

જીવવિજ્ઞાન

ધોરણ XII



પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.
બધાં ભારતીયો મારા ભાઈબહેન છે.
હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને
વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે.
હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.
હું મારાં માતાપિતા, શિક્ષકો અને વડીલો પ્રત્યે
આદર રાખીશ અને દરેક જણ સાથે સભ્યતાથી વર્તીશ.
હું મારા દેશ અને દેશબાંધવોને મારી નિષ્ઠા અર્પું છું.
તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ રહ્યું છે.

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્યે યોજના હેઠળનું પુસ્તક



રાષ્ટ્રીય શૈક્ષિક અનુસંધાન ઔર પ્રશિક્ષણ પરિષદ
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING



ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ
'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર-382 010

© NCERT, નવી દિલ્હી તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, ગાંધીનગર
આ પાઠ્યપુસ્તકના સર્વ હક NCERT, નવી દિલ્હી તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળને
હસ્તક છે. આ પાઠ્યપુસ્તકનો કોઈ પણ ભાગ કોઈ પણ રૂપમાં NCERT, નવી દિલ્હી અને
ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળની લેખિત પરવાનગી વગર પ્રકાશિત કરી શકાશે નહિ.

અનુવાદ

ડૉ. નરસિંહ બી. પટેલ
ડૉ. ચિરાગ એ. આચાર્ય
શ્રી નીતિન ડી. દવે
શ્રી મેહુલ એસ. પટેલ

સમીક્ષા

ડૉ. એમ. આઈ. પટેલ	ડૉ. બી. કે. જૈન
ડૉ. નૈનેશ આર. મોદી	ડૉ. રાજીવ એસ. હર્ડીકર
શ્રી વિજય આર. ઉપાધ્યાય	શ્રી વિષ્ણુભાઈ એમ. પટેલ
શ્રી જયસુખભાઈ બી. હરમાણી	શ્રી પરેશ એમ. પરીખ
ડૉ. ધર્મેન્દ્ર એમ. પટેલ	શ્રી કલ્પેશ કે. પંડ્યા
શ્રી રાજીવકુમાર સી. જોશી	ડૉ. રક્ષિત પી. જોશી
શ્રી નિતેષકુમાર સી. પટેલ	શ્રીમતી ભાર્ગવી જી. વાનખેડે
કુ. પાયલ એ. પંચલ	

ભાષાશુદ્ધિ

શ્રી વિજય ટી. પારેખ

અનુવાદ-પરામર્શન (સંવર્ધિત આવૃત્તિ)

ડૉ. નરસિંહ બી. પટેલ
ડૉ. ચિરાગ એ. આચાર્ય
શ્રી નીતિન ડી. દવે
ડૉ. રાજીવ એસ. હર્ડીકર
શ્રી જયસુખભાઈ બી. હરમાણી
શ્રી અવિનાશ કે. ભટ્ટ

સંયોજન

ડૉ. ચિરાગ એચ. પટેલ
(વિષય-સંયોજક : ભૌતિકવિજ્ઞાન)

નિર્માણ-સંયોજન

ડૉ. કમલેશ એન. પરમાર
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

મુદ્રણ-આયોજન

શ્રી મનીષ એચ. બધેકા
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

પ્રસ્તાવના

રાષ્ટ્રીય સ્તરે સમાન અભ્યાસક્રમ રાખવાની સરકારશ્રીની નીતિના અનુસંધાને ગુજરાત સરકાર તથા ગુજરાત માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ તા. 25/10/2017ના ઠરાવ ક્રમાંક મશભ/1217/1036/છ થી શાળા કક્ષાએ NCERTના પાઠ્યપુસ્તકોનો સીધો જ અમલ કરવાનો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો. તેને અનુલક્ષીને NCERT, નવી દિલ્હી દ્વારા પ્રકાશિત **ધોરણ XIIના જીવવિજ્ઞાન** વિષયના પાઠ્યપુસ્તકનો ગુજરાતીમાં અનુવાદ કરીને વર્ષ 2019થી અમલ કરવામાં આવ્યો હતો.

આ પાઠ્યપુસ્તકનો અનુવાદ થયો તે સમયે તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો અને શિક્ષકો પાસે કરાવવામાં આવી હતી અને સમીક્ષકોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારા-વધારા કર્યા પછી પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલાં આ પાઠ્યપુસ્તકની મંજૂરી માટે એક સ્ટેટ લેવલની કમિટીની રચના કરવામાં આવી હતી. આ કમિટીની સાથે NCERTના પ્રતિનિધિ તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા નિષ્ણાતોની સાથે એક દ્વિદિવસીય કાર્યશિબિરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું. જેમાં, ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE, ભોપાલ), ડૉ. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), ડૉ. એન. બી. પટેલ, ડૉ. આર. એસ. હર્ડીકર, ડૉ. ચિરાગ આચાર્ય, ડૉ. નૈનેષ મોદી, શ્રી ભાર્ગવી વાનખેડે અને શ્રી રાજીવ જોષી ઉપસ્થિત રહી પોતાનાં કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરાં પાડ્યાં હતાં.

વર્ષ 2023થી NCERT, નવી દિલ્હીએ પોતાનાં પાઠ્યપુસ્તકની સંવર્ધિત આવૃત્તિ તૈયાર કરી છે. આ અનુસંધાને ગુજરાત માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ, ગાંધીનગરના પત્રક્રમાંક : મઉમશબ/સંશોધન/2023/511-513, તા. 02/02/2023 દ્વારા આપવામાં આવેલી સૂચના અનુસાર ગુજરાતી અનુવાદની સંવર્ધિત આવૃત્તિ તૈયાર કરીને વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

પ્રસ્તુત પાઠ્યપુસ્તકને રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે મંડળ દ્વારા પૂરતી કાળજી લેવામાં આવી છે, તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે.

NCERT, નવી દિલ્હીના સહકાર બદલ તેમના આભારી છીએ.

ડૉ. રતનકંવર એચ. ગઢવીચારણ (IAS)

નિયામક

તા. 20-03-2023

કાર્યવાહક પ્રમુખ

ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2019, પુનઃમુદ્રણ : 2020, 2021, 2022, સંવર્ધિત આવૃત્તિ : 2023

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર - ૧૦-એ, ગાંધીનગર વતી ડૉ. રતનકંવર એચ. ગઢવીચારણ (IAS) નિયામક.

મુદ્રક :

FOREWORD

The National Curriculum Framework (NCF) 2005, recommends that children's life at school must be linked to their life outside the school. This principle marks a departure from the legacy of bookish learning which continues to shape our system and causes a gap between the school, home and community. The syllabi and textbooks developed on the basis of NCF signify an attempt to implement this basic idea. They also attempt to discourage rote learning and the maintenance of sharp boundaries between different subject areas. We hope these measures will take us significantly further in the direction of a child-centred system of education outlined in the National Policy on Education (1986).

The success of this effort depends on the steps that school principals and teachers will take to encourage children to reflect on their own learning and to pursue imaginative activities and questions. We must recognise that, given space, time and freedom, children generate new knowledge by engaging with the information passed on to them by adults. Treating the prescribed textbook as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. Inculcating creativity and initiative is possible if we perceive and treat children as participants in learning, not as receivers of a fixed body of knowledge.

These aims imply considerable change in school routines and mode of functioning. Flexibility in the daily time-table is as necessary as rigour in implementing the annual calendar so that the required number of teaching days are actually devoted to teaching. The methods used for teaching and evaluation will also determine how effective this textbook proves for making children's life at school a happy experience, rather than a source of stress or boredom. Syllabus designers have tried to address the problem of curricular burden by restructuring and reorienting knowledge at different stages with greater consideration for child psychology and the time available for teaching. The textbook attempts to enhance this endeavour by giving higher priority and space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development committee responsible for this book. We wish to thank the Chairperson of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor K. Muralidhar, Department of Zoology, University of Delhi, Delhi for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook. We are grateful to their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources, material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed



by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairmanship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution.

As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

New Delhi
20 November 2006

Director
National Council of Educational
Research and Training

RATIONALISATION OF CONTENT IN THE TEXTBOOK

In view of the COVID-19 pandemic, it is imperative to reduce content load on students. The National Education Policy 2020, also emphasises reducing the content load and providing opportunities for experiential learning with creative mindset. In this background, the NCERT has undertaken the exercise to rationalise the textbooks across all classes. Learning Outcomes already developed by the NCERT across classes have been taken into consideration in this exercise.

Contents of the textbooks have been rationalised in view of the following:

- Overlapping with similar content included in other subject areas in the same class
- Similar content included in the lower or higher class in the same subject
- Difficulty level
- Content, which is easily accessible to students without much interventions from teachers and can be learned by children through self-learning or peer-learning
- Content, which is irrelevant in the present context

This present edition, is a reformatted version after carrying out the changes given above.

PREFACE

Biology is the study of life in its entirety. The growth of biology as a natural science during the last 1000 years is interesting from many points of view. One feature of this growth is changing emphasis. Initially it was description of life forms. Identification, nomenclature, classification of all recorded living forms enjoyed the attention of scientists for a long time. Description of their habitats and (in the case of animals) their behaviour was included in this study. In later years, the focus was physiology and internal morphology or anatomy. Darwinian ideas of evolution by natural selection changed the perception completely. Classical descriptive and clueless biology found a theoretical framework in the evolutionary theory of Darwin.

In the nineteenth and twentieth centuries, Physics and Chemistry were applied to Biology and the new science of Biochemistry soon became the dominant face of biology. On one hand Biochemistry was integrating with Physiology, becoming almost synonymous with it. On the other hand it gave rise to Structural Biology (structure of biomacromolecules), originally called Molecular Biology. The work of Bernal, Pauling, Watson and Crick, Hodgkins, Perutz and Kendrew, Delbruck, Luria, Monod, Beadle and Tatum, Lederberg, Brenner, Benzer, Nirenberg, Khorana, Mcclintock, Sanger, Cohen, Boyer, Kornbergs (father and son), Leder, Chambon and scores of others brought in and established a modern version of Molecular Biology dealing with life processes at molecular level.

Physics and Chemistry dominated public perception of science for a long time. Daytoday life of man was influenced by developments in Physics, Chemistry and their respective manufacturing industries. Slowly and steadily, Biology, not to be left behind, demonstrated its utility for human welfare. Medical practice, especially diagnostics, green revolution and the newly emerging biotechnology and its success stories made the presence of biology felt by the common man. Patent laws brought biology into political domain and commercial value of biology became obvious.

For more than a century, classical and so-called reductionist biology fought artificial battles. The fact is both are important. Ecology brought in synthesis of both approaches and emphasised integrated understanding of biology. Form and process are both equally important. Systems biology, using mathematical tools, is bringing about a modern synthesis of both the aspects of Biology.

The Class XI and XII textbooks in biology essentially were to reflect these threads of biological thought. While the Class XI book dealt with morphology, taxonomy, molecular and cellular aspects of physiology, the Class XII book deals with the physiological process of reproduction in flowering plants and humans, the principles of inheritance, the nature of genetic material and its function, the contributions of biology to human welfare, basic principles of biotechnological processes and their applications and achievements. The Class XII book also relates genes to evolution on one hand and presents ecological interactions, behaviour of populations and ecosystems on the other. Most important, the guidelines under NCF-2005 have been followed in letter and spirit. The total learning load has been reduced

considerably and themes like environmental issues, adolescent problems and reproductive health have been dealt with in some detail. Studied together, the class XI and class XII textbooks in Biology would enable the student to —

- (i) become familiar with the diversity of biological material.
- (ii) appreciate and believe in the Darwinian evolutionary process exhibited by the living world.
- (iii) understand the dynamic state of constituents of living bodies, i.e., metabolic basis of all physiological processes in plants, animals and microbes.
- (iv) realise the structure and function of genetic material in directing the inherited phenotype pattern as well as a mediator of evolutionary process.
- (v) appreciate the profound contributions of biology to human welfare.
- (vi) reflect on the physico-chemical basis of living processes and at the same time realise the limitation of reductionism in understanding behaviour of organisms.
- (vii) experience the humbling effect of this realisation that all living organisms are related to each other by virtue of shared genetic material.
- (viii) realise that biology is the story of the struggle of living organisms for existence and survival.

One may notice a perceptible change in the writing style. Most of the chapters are written in an easy dialogue style engaging the student constantly while some chapters are in the form of critical comments on the subject matter. A number of questions have been provided at the end of each chapter though answers to some may not be found in the text. Students have to read supplementary material, upon advice from the teacher, to answer such questions.

I am thankful to Professor Krishna Kumar, Director NCERT; Professor G. Ravindra, Joint Director, NCERT and Professor Hukum Singh, Head, DESM, NCERT for constant support. I must place on record my deep appreciation for Dr B.K. Tripathi, *Reader*, DESM, NCERT for his relentless efforts as coordinator in bringing out the Biology textbook for both the Class XI and XII. All the members of the development team, the experts and reviewers, and the school teachers have contributed enormously in the preparation of this book. I thank them all. I am indeed highly thankful to the members of monitoring committee constituted by Ministry of Human Resource Development for their valuable observation that helped in the improvement of the book at the final stage. The book is prepared keeping in mind the guidelines of the NCF-2005 especially the emphasis on reducing the learning load. We hope that the book would meet the expectations of all the stakeholders. All suggestions for further improvement are always welcome.

Department of Zoology
University of Delhi

K. MURALIDHAR
Chief Advisor
Biology Textbook for Class XII

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

CHAIRPERSON, ADVISORY GROUP FOR TEXTBOOKS IN SCIENCE AND MATHEMATICS

J.V. Narlikar, *Emeritus Professor*, Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Pune University, Pune

CHIEF ADVISOR

K. Muralidhar, *Professor*, Department of Zoology, University of Delhi, Delhi

MEMBERS

Ajit Kumar Kavathekar, *Reader* (Botany), Sri Venkateswara College, University of Delhi, Delhi

B.B.P. Gupta, *Professor*, Department of Zoology, North-Eastern Hill University, Shillong

B.N. Pandey, *Principal*, Ordinance Factory Higher Secondary School, Dehradun

C.V. Shimray, *Lecturer*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

Dinesh Kumar, *Reader*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

J.P. Gaur, *Professor*, Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi

J.S. Viridi, *Reader*, Department of Microbiology, University of Delhi, South Campus, New Delhi

K. Sarath Chandran, *Reader* (Zoology), Sri Venkateswara College, University of Delhi, Delhi

L.C. Rai, *Professor*, Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi

M.M. Chaturvedi, *Professor*, Department of Zoology, University of Delhi, Delhi

N.V.S.R.K. Prasad, *Reader* (Botany), Sri Venkateswara College, University of Delhi, Delhi

Sangeeta Sharma, *PGT* (Biology), Kendriya Vidyalaya, JNU, New Delhi

Savithri Singh, *Principal*, Acharya Narendra Dev College, University of Delhi, Delhi

Shanti Chandrashekar, *Principal Scientist*, Division of Genetics, I.A.R.I., New Delhi

Shardendu, *Reader*, Department of Botany, Science College, Patna University, Patna

Simminder K. Thukral, *Assistant Professor*, NIIT Institute of Information Technology, New Delhi

Sunaina Sharma, *Lecturer* (Biology), Rajkiya Pratibha Vikas Vidyalaya, Dwarka, New Delhi

T.R. Rao, *Professor* (Retd.) School of Environmental Studies, University of Delhi, Delhi

V.K. Kakaria, *Reader*, Regional Institute of Education, Bhopal

V.V. Anand, *Reader*, Regional Institute of Education, Mysore

MEMBER-COORDINATOR

B.K. Tripathi, *Reader*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi

ACKNOWLEDGEMENTS

National Council of Educational Research and Training (NCERT) gratefully acknowledges the valuable contribution of K.R. Shivanna, *Professor (Retd.)*, Department of Botany, University of Delhi, Delhi; S.K. Saidapur, *Professor*, Department of Zoology, Karnataka University Dharwad; Vani Brahmachari, *Professor*, Ambedkar Centre for Biomedical Research, University of Delhi, Delhi; A.N. Lahiri Majumdar, *Professor*, Bose Institute, Kolkata; Anil Tripathi, *Professor*, Department of Biotechnology, Banaras Hindu University, Varanasi; J.L. Jain, *Senior Physician*, WUS Health Centre, University of Delhi, Delhi, in the development of the Biology textbook for Class XII. NCERT is also grateful to K.R. Shivanna and T.Subramanyam, IIT, Kanpur for some of the photographs used in the book.

NCERT sincerely acknowledges the contributions of the members who participated in the review of the manuscripts – A.S. Dixit, *Reader*, Department of Zoology, North-Eastern Hill University, Shillong; S.L. Varte, *Lecturer*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi; Sushma Jairath, *Reader*, Department of Women's Education, NCERT, New Delhi; Mona Yadav, *Lecturer*, Department of Women's Education, NCERT, New Delhi; Poonam A. Kant, *Reader* (Zoology), Acharya Narendra Dev College, New Delhi; Mrs. Suvarna Fonseca è Antao, *Gr. I Teacher* (Biology), Carmel Higher Secondary School, Nuvem, Goa; Rashmi Mishra, *PGT* (Biology), Carmel Convent Senior Secondary School, BHEL, Bhopal; Ishwant Kaur, *PGT* (Biology), D.M. School, RIE, Bhopal; A.K. Singh, *PGT (Biology)*, Kendriya Vidyalaya, Cantt, Varanasi; R.P. Singh, *Lecturer* (Biology), Rajkiya Pratibha Vikash Vidyalaya, Kishan ganj, Delhi; M.K. Tiwari, *PGT* (Biology), Kendriya Vidyalaya, Mandsaur, Madhya Pradesh; A.K. Ganguly, *PGT* (Biology), Jawahar Navodaya Vidyalaya, Roshnabad, Haridwar; Chaitali Dixit, *PGT* (Biology), St. Anthony's Higher Secondary School (Don Bosco), Shillong and Abhishek Chari, Acharya Narendra Dev College, New Delhi.

Special thanks are due to Rita Sharma, *Retd. Professor*, RIE Bhopal, A.K. Mohapatra *Professor*, RIE Bhubaneswar, J.S. Gill, *Retd. Professor*, DESM, NIE, G.V. Gopal, *Professor*, RIE Mysore, Jaydeep Mandal, *Professor*, RIE Bhopal, C. Padmija, *Professor*, RIE Mysore, Dr. Pushplata Verma, *Associate Professor*, DESM, NIE, Ishwant Kaur, *Vice Principal*, DM School Ajmer for their valuable contribution in review and updation of the textbook.

The Council is highly thankful to Hukum Singh, *Professor and Head*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT for his valuable support throughout the making of this book.

The contributions of Deepak Kapoor, *Incharge*, Computer Station; Seema Mehmi and Arvind Sharma, *DTP operators*; Deepti Sharma, *Copy Editor*; Rachna Dogra and Abhimanu Mohanty, *Proof Readers* and APC office and administrative staff of Department of Education in Science and Mathematics, NCERT also acknowledged.

The efforts of the Publication Department, NCERT, in bringing out this publication are highly appreciated.

અનુક્રમશિકા



FOREWORD

iii

RATIONALISATION OF CONTENT IN THE TEXTBOOK

v

PREFACE

vii

એકમ 6

પ્રજનન

1-50

પ્રકરણ 1 : સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં લિંગીપ્રજનન

3

પ્રકરણ 2 : માનવ પ્રજનન

26

પ્રકરણ 3 : પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય

41

એકમ 7

જનીનવિદ્યા અને ઉદ્વિકાસ

51-126

પ્રકરણ 4 : આનુવંશિકતા અને ભિન્નતાના સિદ્ધાંતો

53

પ્રકરણ 5 : આનુવંશિકતાનો આણ્વિક આધાર

79

પ્રકરણ 6 : ઉદ્વિકાસ

110

એકમ 8

માનવ-કલ્યાણમાં જીવવિજ્ઞાન

127-160

પ્રકરણ 7 : માનવ-સ્વાસ્થ્ય અને રોગો

129

પ્રકરણ 8 : માનવ-કલ્યાણમાં સૂક્ષ્મજીવો

149

એકમ 9

બાયોટેકનોલોજી

161-187

પ્રકરણ 9 : બાયોટેકનોલોજી : સિદ્ધાંતો અને પ્રક્રિયાઓ

163

પ્રકરણ 10 : બાયોટેકનોલોજી અને તેના પ્રયોજનો

177

એકમ 10

પરિસ્થિતિવિદ્યા

188-227

પ્રકરણ 11	: સજીવો અને વસ્તી	190
પ્રકરણ 12	: નિવસનતંત્ર	205
પ્રકરણ 13	: જૈવ-વિવિધતા અને સંરક્ષણ	216

એકમ 6

પ્રજનન

(Reproduction)

પ્રકરણ 1

સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં
લિંગીપ્રજનન

પ્રકરણ 2

માનવ પ્રજનન

પ્રકરણ 3

પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય

પૃથ્વી પરના જીવનની વાત કરવામાં જીવવિજ્ઞાન આવશ્યક છે. જ્યારે વ્યક્તિગત સજીવો નિઃસંદેહ મૃત્યુ પામે છે તે જાતિઓ લાખો વર્ષો સુધી જીવે છે. જ્યાં સુધી કુદરતી કે માનવીય પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા તેઓ લુપ્ત ન થાય. પ્રજનન એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા બને છે જેના વગર દરેક જાતિ લાંબા સમય સુધી જીવિત રહી શકતી નથી. અલિંગી કે લિંગીપ્રજનન દ્વારા પ્રત્યેક સજીવ તેઓની સંતતિ સર્જ શકે છે. લિંગીપ્રજનન પદ્ધતિથી નવી જાતિઓનું નિર્માણ થાય છે જેથી ચિરંજીવિતામાં વધારો થાય છે. આ એકમ સજીવોમાં પ્રજનનની પ્રક્રિયાઓના સામાન્ય સિદ્ધાંતોની જાણકારી આપે છે અને પછી સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં તેમજ માનવમાં તેને સંબંધિત સરળતમ ઉદાહરણ સાથે વિસ્તૃતમાં સમજૂતી આપે છે. માનવ પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય અને કેવી રીતે પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યને બીમાર પડવાથી દૂર રાખી શકાય તેના પર સંબંધિત પરિપ્રેક્ષ્ય વિશેની પ્રાજનનિક જીવવિજ્ઞાનની આપણી સમજણને પણ પૂર્ણપણે પ્રસ્તુત કરવામાં આવી છે.





પંચાનન મહેશ્વરી
(Panchanan Maheshwari)
(1904 – 1966)

પંચાનન મહેશ્વરીનો જન્મ નવેમ્બર, 1904માં જયપુર (રાજસ્થાન)માં થયો હતો. તેઓ માત્ર ભારતના જ નહિ પરંતુ સમગ્ર વિશ્વના એક માત્ર પ્રતિષ્ઠિત વનસ્પતિશાસ્ત્રી બન્યા હતા. તેઓ ઉચ્ચ અભ્યાસ માટે અલાહાબાદ સ્થળાંતરિત થયા. જ્યાં તેમણે તેમની D.Sc.ની પદવી મેળવી. તેઓ કૉલેજના દિવસો દરમિયાન એક અમેરિકન મિશનરી શિક્ષક ડૉ. ડબલ્યુ ડુડગોન દ્વારા પ્રભાવિત થયા હતા. વનસ્પતિશાસ્ત્ર અને ખાસ કરીને બાહ્યાકારવિદ્યામાં તેમનો રસ જાગૃત કરવા તેમના શિક્ષકે એક વખત જણાવ્યું કે, જો તેમનો વિદ્યાર્થી તેમના કરતા વધારે પ્રગતિ કરશે તો તેમને વધુ સંતૃપ્તિ થશે. આ શબ્દોએ પંચાનનને પ્રેરણા આપી, જે તેમણે તેમના શિક્ષકને માટે તે બધું જ કરી બતાવ્યું.

તેમણે ભ્રૂણ વિદ્યાકીય મુદ્દાઓ પર કામ કર્યું અને વર્ગીકરણવિદ્યામાં ભ્રૂણવિદ્યાકીય લક્ષણોનો ઉપયોગ પ્રચલિત કર્યો. તેમણે દિલ્લી વિશ્વવિદ્યાલયમાં વનસ્પતિશાસ્ત્ર વિભાગની ગર્ભવિદ્યા અને પેશીસંવર્ધનના અગત્યના કેન્દ્ર તરીકે સ્થાપના કરી. તેમણે અપરિપક્વ ભ્રૂણના કૃત્રિમ સંવર્ધન પર પ્રારંભિક કાર્યની આવશ્યકતા પર પણ કાર્ય કર્યું હતું. આ દિવસોમાં પેશી-સંવર્ધન વિજ્ઞાનમાં એક સીમાસ્તંભ બન્યું હતું. તેમનું ટેસ્ટટ્યૂબ ફલન પર અને અંતઃ અંડાશય પરાગનયન પરનું કાર્ય વિશ્વ કક્ષાએ ખ્યાતિ પામ્યું.

તેઓને ફેલોશિપ ઓફ રૉયલ સોસાયટી ઓફ લંડન (FRS), ઈન્ડિયન નેશનલ સાયન્સ એકેડેમી તેમજ ઘણી બધી પ્રખ્યાત સંસ્થાઓ દ્વારા સન્માનિત કરવામાં આવ્યા હતા. તેઓએ સામાન્ય શિક્ષણને પ્રોત્સાહિત કર્યું અને તેમની આગેવાનીમાં 1964માં NCERT દ્વારા ઉચ્ચતર માધ્યમિક શાળાઓ માટેના જીવવિજ્ઞાનનું પ્રથમ પાઠ્યપુસ્તક પ્રકાશિત કરી શાળાકીય શિક્ષણમાં મહત્વનું યોગદાન આપ્યું.



પ્રકરણ 1

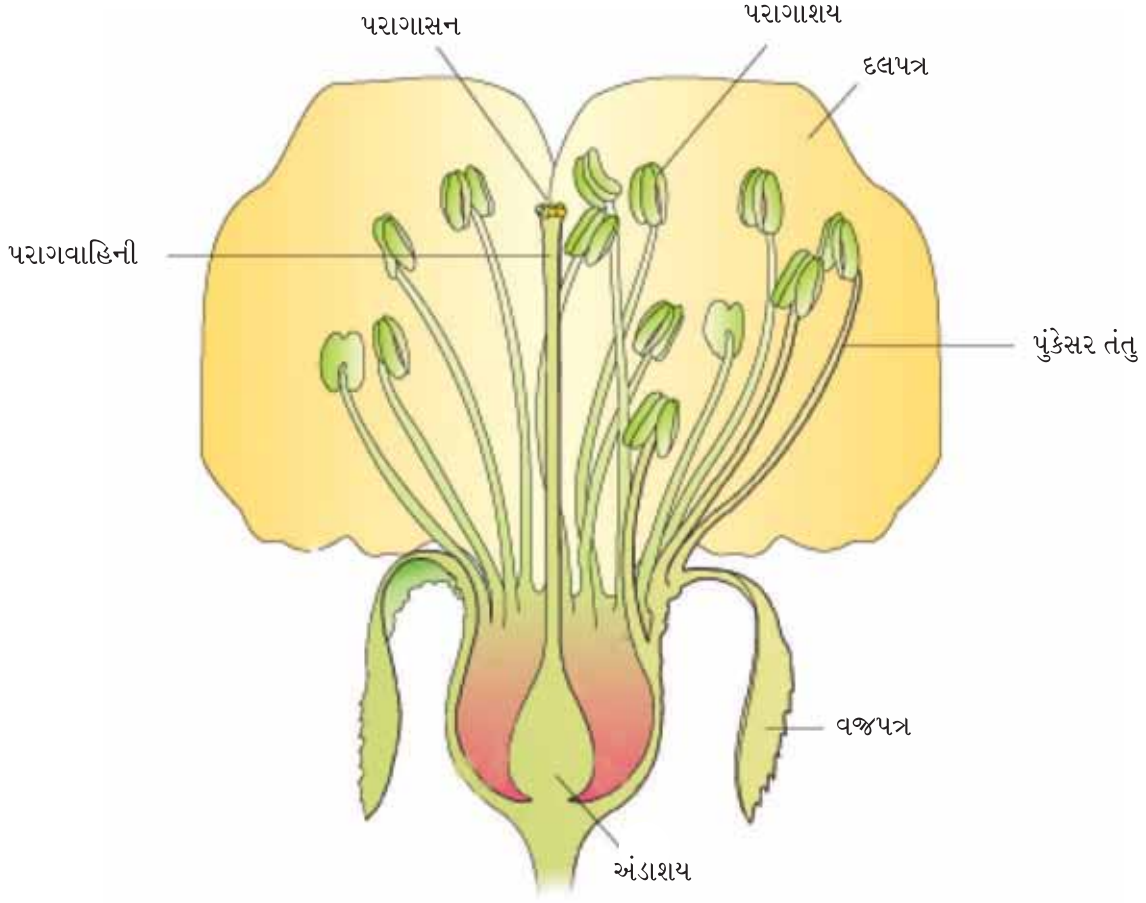
સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં લિંગીપ્રજનન (Sexual Reproduction in Flowering Plants)

- 1.1 પુષ્પ : આવૃત્ત બીજધારીઓનું એક આકર્ષક અંગ
- 1.2 પૂર્વ ફલન : રચનાઓ અને ઘટનાઓ
- 1.3 બેવડું ફલન
- 1.4 પશ્ચ ફલન : રચનાઓ અને ઘટનાઓ
- 1.5 અસંયોગીજનન અને બહુભ્રુણતા

શું આપણે નસીબદાર નથી કે વનસ્પતિઓ લિંગીપ્રજનન કરે છે ? પુષ્પની સુંદરતા જેની તરફ જોઈને આપણે ખુશી અનુભવીએ છીએ, મોહક સુગંધ, આકર્ષક રંગ જે આપણને આકર્ષે છે, આ બધાં લિંગીપ્રજનન માટેનાં પ્રસાધનો છે. પુષ્પ ફક્ત આપણાં સ્વાર્થપિણા માટે અસ્તિત્વ ધરાવતાં હોતાં નથી. બધી જ સપુષ્પી વનસ્પતિઓ લિંગીપ્રજનન દર્શાવે છે. પુષ્પવિન્યાસ, પુષ્પ અને તેના પુષ્પીય ભાગોમાં જોવા મળતી વિવિધતા એ લિંગીપ્રજનનની અંતિમ નીપજો, ફળ અને બીજના સર્જન માટેની અનુકૂળતાઓ નિશ્ચિત કરે છે. આ પ્રકરણમાં, આપણે સપુષ્પી (આવૃત્ત બીજધારી) વનસ્પતિની બાહ્યકારવિદ્યા, રચના અને લિંગીપ્રજનનની ક્રિયાનો અભ્યાસ કરીશું.

1.1 પુષ્પ : આવૃત્ત બીજધારીઓનું એક આકર્ષક અંગ (Flower : A Fascinating Organ of Angiosperms)

અતિપ્રાચીન સમયથી મનુષ્યનો પુષ્પો સાથે ઘનિષ્ટ સંબંધ રહેલો છે. પુષ્પો એ સૌંદર્યલક્ષી, સુશોભન, સામાજિક, ધાર્મિક અને સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય ધરાવે છે. તેઓ હંમેશાં માનવની મહત્વની લાગણીઓ જેવી કે, પ્રેમ, વહાલ (હેત), ખુશી, વ્યથા, શોક કે દુઃખ વગેરે વ્યક્ત કરવાના પ્રતીક સ્વરૂપે ઉપયોગી છે. તમે પાંચ એવાં કલાત્મક પુષ્પોની યાદી બનાવો જે સામાન્યતઃ ઘર તેમજ બગીચાઓમાં ઉગાડવામાં આવતાં હોય.



આકૃતિ 1.1 : પુષ્પના ઊભા છેદનું રેખાંકન

એવાં પાંચ પુષ્પોનાં નામ શોધી કાઢો જે સામાજિક અને સાંસ્કૃતિક પ્રસંગે આપના કુટુંબમાં ઉપયોગમાં લેવાતાં હોય. શું તમે પુષ્પ-સંવર્ધન (floriculture) વિશે સાંભળ્યું છે ? તેનો સંદર્ભ શું છે ?

જીવવિજ્ઞાની માટે, પુષ્પ એ બાહ્યકારવિદ્યાકીય અને ભ્રુણવિદ્યાકીય દૃષ્ટિએ અદ્ભુત રચના છે અને લિંગીપ્રજનન માટેનું સ્થાન છે. અગાઉના ધોરણમાં તમે પુષ્પના વિવિધ ભાગો વિશે વાંચ્યું હશે. આકૃતિ 1.1 તમને લાક્ષણિક પુષ્પના વિવિધ ભાગોની યાદ તાજી કરાવશે. શું તમે પુષ્પના બે ભાગોનાં નામ આપી શકશો કે જેમાં લિંગીપ્રજનન માટેના બે અતિ મહત્વના એકમો વિકાસ પામે છે ?

1.2 પૂર્વ ફલન : રચનાઓ અને ઘટનાઓ (Pre-fertilization : Structures and Events)

વનસ્પતિ પર ખરેખર પુષ્પ સર્જાય તેના ઘણા સમય પહેલાં વનસ્પતિ નિયત જગ્યાએ પુષ્પ સર્જે તેનો નિર્ણય લેવાઈ ગયો હોય છે. કેટલાક અંતઃસ્રાવીય અને રચનાત્મક ફેરફારોની શરૂઆત થાય છે કે જે પુષ્પીય પ્રવર્ધોને વિભેદન તેમજ વધુ વિકાસ તરફ દોરી જાય છે. પુષ્પકલિકાઓ ધરાવતો પુષ્પવિન્યાસ સર્જાય છે અને પછીથી તેનાં પર પુષ્પો સર્જાય છે. પુષ્પમાં નર અને માદા પ્રજનનાંગો - પુંકેસર અને સ્ત્રીકેસર વિભેદન અને વિકાસ પામે છે. તમે પુનઃ સ્મરણ કરી શકો કે પુંકેસર ધરાવતું પુંકેસરચક્ર નર પ્રજનન અંગનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે અને સ્ત્રીકેસર ધરાવતું સ્ત્રીકેસરચક્ર માદા પ્રજનન અંગનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે.



1.2.1 પુંકેસર, લઘુબીજાણુધાની અને પરાગરજ (Stamen, Microsporangium and Pollen Grain)

આકૃતિ 1.2 (a) લાક્ષણિક પુંકેસરના બે ભાગો દર્શાવે છે લાંબા અને પાતળા દંડને તંતુ કહે છે અને છેડાનો ભાગ સામાન્યતઃ દ્વિબંડીય હોય છે જેને પરાગાશય કહેવાય છે. તંતુનો નીકટવર્તી છેડો પુષ્પના પુષ્પાસન કે દલપત્ર સાથે જોડાયેલ હોય છે. જુદી-જુદી જાતિઓનાં પુષ્પોમાં પુંકેસરની સંખ્યા અને લંબાઈમાં વિવિધતા હોય છે. જો તમે દસ પુષ્પોના પુંકેસરને એકત્રિત કરી (દરેક જુદી જાતિનું હોય) તેને સ્વાઈડ પર ગોઠવો. તમે તેના કદની વિશાળ વિવિધતા માટે કુદરતની પ્રશંસા કરશો. વિચ્છેદનીય સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં દરેક પુંકેસરનું કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો અને તેની સુસ્પષ્ટ આકૃતિ વડે વિવિધ પુષ્પોમાં આકાર અને પરાગાશયના જોડાણ બાબતે સ્પષ્ટતા મળે છે.

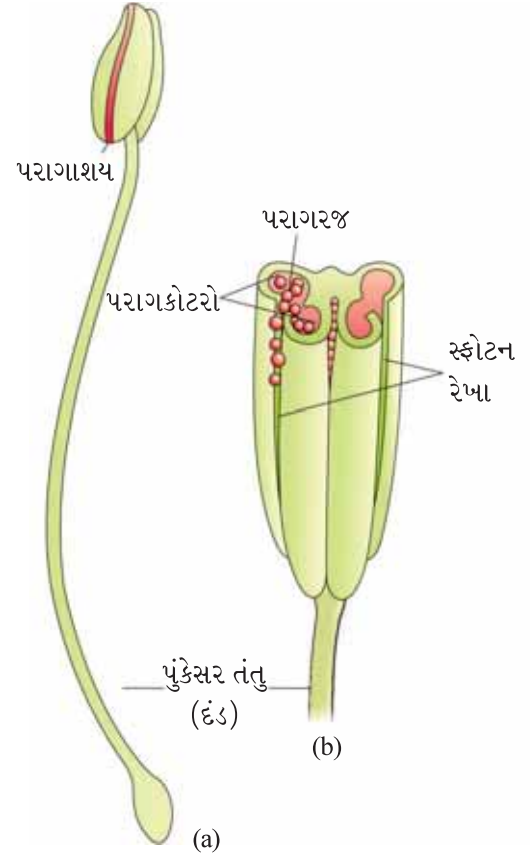
લાક્ષણિક આવૃત્ત બીજધારીમાં પરાગાશય દ્વિબંડીય હોય છે. દરેક ખંડ બે કોટરો (theca) ધરાવે છે. એટલે કે તે દ્વિકોટરીય (ditheous) છે અને પરાગાશય ચતુઃકોટરીય (tetratheous) છે (આકૃતિ 1.2 b). ઘણીવખત લંબઅક્ષે પસાર થતી આયામ ખાંચ કોટરોને છૂટા પાડે છે. ચાલો, આપણે પરાગાશયના અનુપ્રસ્થ છેદમાં વિવિધ પ્રકારની પેશીઓ અને તેમના આયોજનને સમજીએ (આકૃતિ 1.3 a). પરાગાશયના અનુપ્રસ્થ છેદમાં તેની દ્વિબંડીય રચના સ્પષ્ટ થાય છે. પરાગાશય ચાર બાજુઓ ધરાવતી ચતુષ્કોણીય (tetragonal) રચના છે. જેના ખૂણે ચાર લઘુબીજાણુધાનીઓ આવેલી હોય છે. દરેક ખંડમાં બે લઘુબીજાણુધાનીઓ હોય છે.

લઘુબીજાણુધાનીઓ આગળ વિકાસ પામે છે અને પરાગકોથળીઓ (પરાગકોટરો)માં પરિણમે છે. તેઓ પરાગાશયની લંબાઈને અનુસરીને આયામ રીતે લંબાયેલી છે અને પરાગરજથી ભરેલી હોય છે.

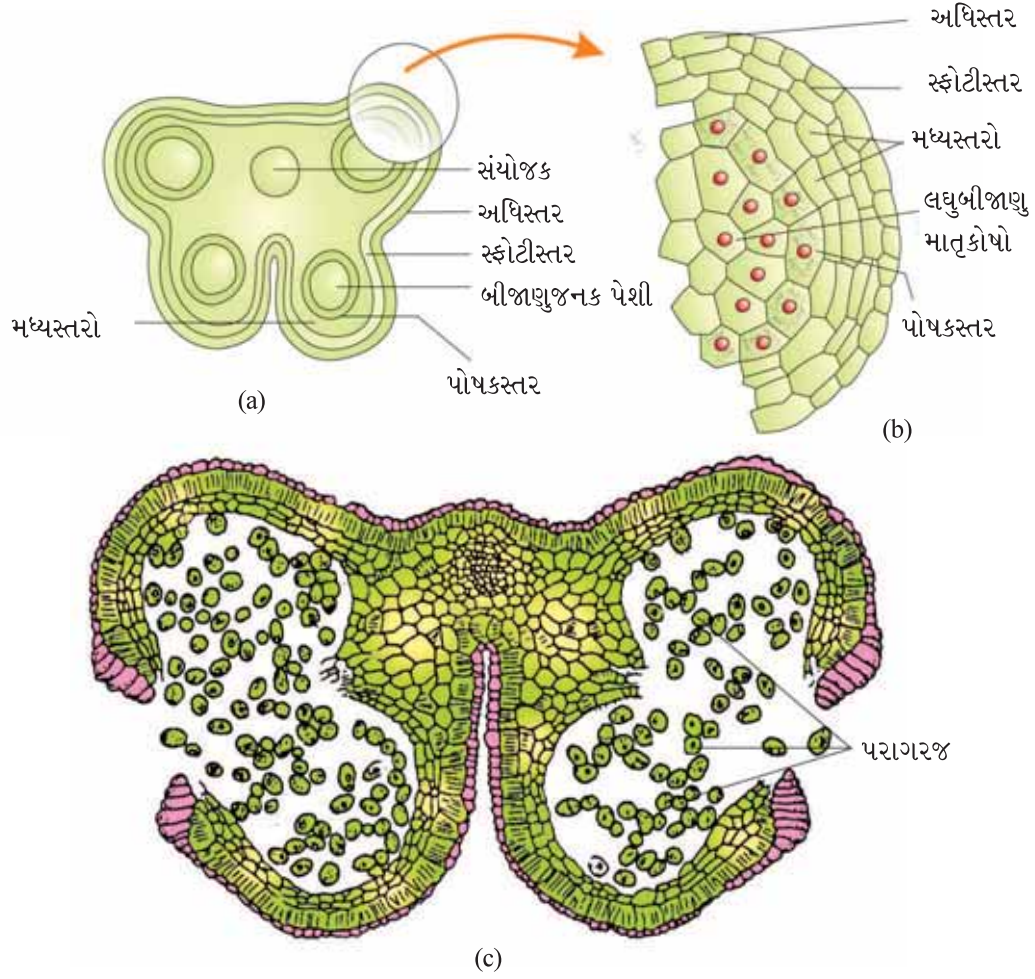
લઘુબીજાણુધાનીની રચના (Structure of microsporangium) : આડછેદમાં જોતાં, લાક્ષણિક પરાગાશય (લઘુબીજાણુધાની)ની બાહ્ય સપાટી ગોળાકાર જોવા મળે છે. તે સામાન્યતઃ ચાર સ્તરીય દીવાલથી આવરિત છે (આકૃતિ 1.3 b). અધિસ્તર, તંતુમય સ્તર (સ્ફોટીસ્તર - endothecium), મધ્યસ્તરો અને પોષકસ્તર (tapetum). બહારના ત્રણ સ્તરો રક્ષણ આપે છે. અને પરાગાશયનું સ્ફોટન પ્રેરી પરાગરજને મુક્ત કરવામાં મદદ કરે છે. સૌથી અંદરનું દીવાલસ્તર પોષકસ્તર છે. તે વિકાસ પામતી પરાગરજને પોષણ પૂરું પાડે છે. પોષકસ્તરના કોષો ઘટ્ટ કોષરસ અને સામાન્યતઃ એક કરતાં વધુ કોષકેન્દ્રો ધરાવે છે. શું તમે વિચારી શકો છો કે પોષકસ્તરના કોષો કઈ રીતે દ્વિકોષકેન્દ્રી બનતા હશે ?

જ્યારે પરાગાશય તરુણ હોય ત્યારે સઘન રીતે ગોઠવાયેલા સમજાત કોષોનો સમૂહ પ્રત્યેક લઘુબીજાણુધાનીની મધ્ય (કેન્દ્ર)માં સ્થાન લે છે જેને બીજાણુજનક પેશી (sporogenous tissue) કહે છે.

લઘુબીજાણુજનન (microsporogenesis) : પરાગાશય પરિપક્વ બને ત્યારે બીજાણુજનક પેશીના કોષો અર્ધીકરણ પામી, લઘુબીજાણુ ચતુષ્ક / પરાગ ચતુષ્ક (microspore tetrads/pollen tetrads) સર્જે છે. પરાગ ચતુષ્કના કોષોની પ્લોઈડી (ploidy) શું હોઈ શકે ?



આકૃતિ 1.2 : (a) લાક્ષણિક પુંકેસર
(b) પરાગાશયનો ત્રિપારિમાણિક છેદ



આકૃતિ 1.3 : (a) તરુણ પરાગાશયનો આડો છેદ (b) એક લઘુબીજાણુધાનીની દીવાલના સ્તરો દર્શાવતો દેખાવ (c) સ્કોટન પામેલું પરિપક્વ પરાગાશય

બીજાણુજનક પેશીનો પ્રત્યેક કોષ લઘુબીજાણુ ચતુષ્ક સર્જવાની ક્ષમતા ધરાવે છે, જે દરેક ક્ષમતાપૂર્ણ પરાગ કે લઘુબીજાણુ માતૃકોષ (pollen or microspore mother cell) છે. પરાગ માતૃકોષ (pollen mother cell-PMC)માંથી અર્ધીકરણ દ્વારા લઘુબીજાણુ સર્જવાની પ્રક્રિયાને **લઘુબીજાણુજનન (microsporogenesis)** કહે છે. લઘુબીજાણુ સર્જાય ત્યારે તે ચાર કોષોના સમૂહ સ્વરૂપે હોય છે. જેને લઘુબીજાણુ ચતુષ્ક કે પરાગ ચતુષ્ક કહે છે (આકૃતિ 1.3 a). પરાગાશય પરિપક્વ થાય અને શુષ્ક બને એટલે લઘુબીજાણુઓ એકબીજાથી છૂટા પડે છે અને પરાગરજમાં વિકાસ પામે છે (આકૃતિ 1.3 b). દરેક લઘુબીજાણુધાનીમાં હજારોની સંખ્યામાં લઘુબીજાણુઓ કે પરાગરજનું નિર્માણ થાય છે, કે જે પરાગાશયનું સ્કોટન થવાથી મુક્ત થાય છે (આકૃતિ 1.3 c).

પરાગરજ (pollen grain) : પરાગરજ, નર જન્યુજનક અવસ્થાનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. જો તમે જાસૂદના કે અન્ય કોઈ પુષ્પના ખુલ્લા પરાગાશયને સ્પર્શ કરશો, તો તમારી આંગળીઓ પર પરાગરજનો પીળાશ-પડતો પાઉડર જોવા મળશે. કાચની સ્લાઈડ પર પાણીનું ટીપું લઈ, તેને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર વડે અવલોકન કરો.



આકૃતિ 1.4 : કેટલીક પરાગરજનો ઇલેક્ટ્રોન સૂક્ષ્મ ફોટોગ્રાફ્સ (SEM)

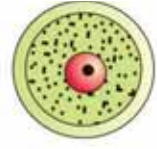
તમે ખરેખર આશ્ચર્યચકિત થશો કે વિવિધ જાતિની પરાગરજ બંધારણની બાબતે જેમકે, તેમનાં કદ, આકાર, રંગ અને સંરચના (design) વગેરેમાં ભિન્ન છે (આકૃતિ 1.4).

પરાગરજ સામાન્ય રીતે ગોળાકાર હોય છે, જે 25-50 μm (માઈક્રોમિટર) વ્યાસ ધરાવે છે. તે સ્પષ્ટ દ્વિસ્તરીય દીવાલ ધરાવે છે. બહારનું સખત આવરણ બાહ્યાવરણ (exine) કહેવાય છે, જે સ્પોરોપોલેનિન (sporopollenin)નું બનેલું છે કે જે જાણીતા કાર્બનિક પ્રતિરોધક દ્રવ્ય પૈકીનું એક છે. તે ઊંચા તાપમાન અને જલદ ઓસિડ અને બેઈઝ સામે ટકી શકે છે. મળતી માહિતી મુજબ સ્પોરોપોલેનિનને અવનત કરી શકે તેવા કોઈ ઉત્સેચક વિશેની જાણકારી નથી. પરાગરજના બાહ્યાવરણમાં જ્યાં સ્પોરોપોલેનિન ગેરહાજર હોય ત્યાં સ્પષ્ટ છિદ્રો જોવા મળે છે જેને જનનછિદ્રો (germ pores) કહે છે. સ્પોરોપોલેનિનની હાજરીને કારણે પરાગરજ અશ્મિઓ સ્વરૂપે સંગ્રહાયેલ હોય છે. તમે શા માટે વિચારો છો કે તે બાહ્યાવરણ આકર્ષક ભાત (patterns) અને નકશી (designs) ધરાવે છે. તમે શા માટે વિચારો છો કે બાહ્યાવરણ સખત હોવું જોઈએ ? જનનછિદ્રનું કાર્ય શું છે ? પરાગરજના અંદરના આવરણને અંતઃઆવરણ (intine) કહે છે. તે સેલ્યુલોઝ અને પેક્ટિનનું બનેલું પાતળું તથા સળંગ આવરણ છે. પરાગરજનો કોષરસ રસસ્તરથી ઘેરાયેલો હોય છે. જ્યારે પરાગરજ પરિપક્વ બને છે ત્યારે બે કોષો - વાનસ્પતિક કોષ (vegetative cell) અને જનનકોષ (generative cell) ધરાવે છે (આકૃતિ 1.5 b). વાનસ્પતિક કોષ મોટો, વિપુલ સંગ્રહિત ખોરાક અને મોટું અનિયમિત આકારનું કોષકેન્દ્ર ધરાવે છે. જનનકોષ નાનો હોય છે અને વાનસ્પતિક કોષના કોષરસમાં તે તરે છે. તે ઘટ્ટ કોષરસ અને કોષકેન્દ્ર ધરાવતો ત્રાકાકાર કોષ હોય છે. 60 %થી વધુ આવૃત બીજધારીઓમાં, પરાગરજ દ્વિકોષીય (2-celled) અવસ્થાએ મુક્ત થાય છે. બાકીની જાતિઓમાં, પરાગરજ ત્રિકોષીય (3-celled) અવસ્થાએ મુક્ત થાય તે પહેલાં જનનકોષ સમભાજન પામી બે નરજન્યુ/પુંજન્યુઓ સર્જે છે.

ઘણી જાતિઓની પરાગરજ ઘણા લોકોમાં તીવ્ર એલર્જી અને શ્વાસવાહિકાની યાતના (bronchial affliction) પ્રેરે છે. જેને અનુસરીને શ્વસનમાર્ગ સંબંધિત રોગો - અસ્થમા, બ્રોન્કાઈટિસ વગેરે થાય છે. અહીં ઉલ્લેખ કરવો રહ્યો કે, આયાત કરવામાં આવેલા ઘઉંની સાથે અશુદ્ધિ તરીકે ગાજર ઘાસ (Parthenium કે Carrot grass) ભારતમાં પ્રવેશેલ છે, જે સર્વવ્યાપી છે અને તે પરાગરજની એલર્જી પ્રેરે છે.



(a)



રસધાનીઓ

કોષકેન્દ્ર



અસમમિતિય ત્રાકતંતુ

વાનસ્પતિક કોષ

જનન કોષ

(b)

આકૃતિ 1.5 : (a) એક પરાગરજ ચતુષ્કનો વિસ્તૃત દેખાવ (b) લઘુબીજાણુંના પરાગરજમાં પરિપક્વન થવાના તબક્કાઓ



પરાગરજ પોષક તત્વોથી સમૃદ્ધ છે. હાલનાં વર્ષોમાં પરાગરજની ગોળીઓ (tablets) પૂરક આહાર તરીકે ઉપયોગમાં લેવાની પ્રથા છે. પશ્ચિમી દેશોમાં, મોટા પ્રમાણમાં પરાગરજની પેદાશો ગોળીઓ અને સિરપ સ્વરૂપે બજારમાં ઉપલબ્ધ છે. પરાગરજના વપરાશથી રમતવીરો અને દોડમાં ભાગ લેનાર ઘોડાઓના (race horses) દેખાવ (performance)માં સુધારો થાય છે એવો દાવો થયો છે (આકૃતિ 1.6).

એક વખત જ્યારે પરાગરજ મુક્ત થાય અને જો ફલનમાં ભાગ લેવાની હોય તો તેઓની જીવિતતા ગુમાવાય તે પહેલાં પરાગાસન પર સ્થાપન થવું જરૂરી છે. પરાગરજની જીવિતતા કેટલી લાંબી હશે તે બાબતે તમે વિચાર્યું છે ? પરાગરજ જીવંત રહી શકે તે માટેનો સમયગાળો મહદઅંશે ભિન્ન હોય છે અને તે અમુક હદ સુધી પ્રવર્તમાન તાપમાન અને ભેજ પર આધાર રાખે છે. કેટલાંક ધાન્યો જેવાં કે ઘઉં અને ચોખામાં પરાગરાજ મુક્ત થયા પછીની 30 મિનિટમાં

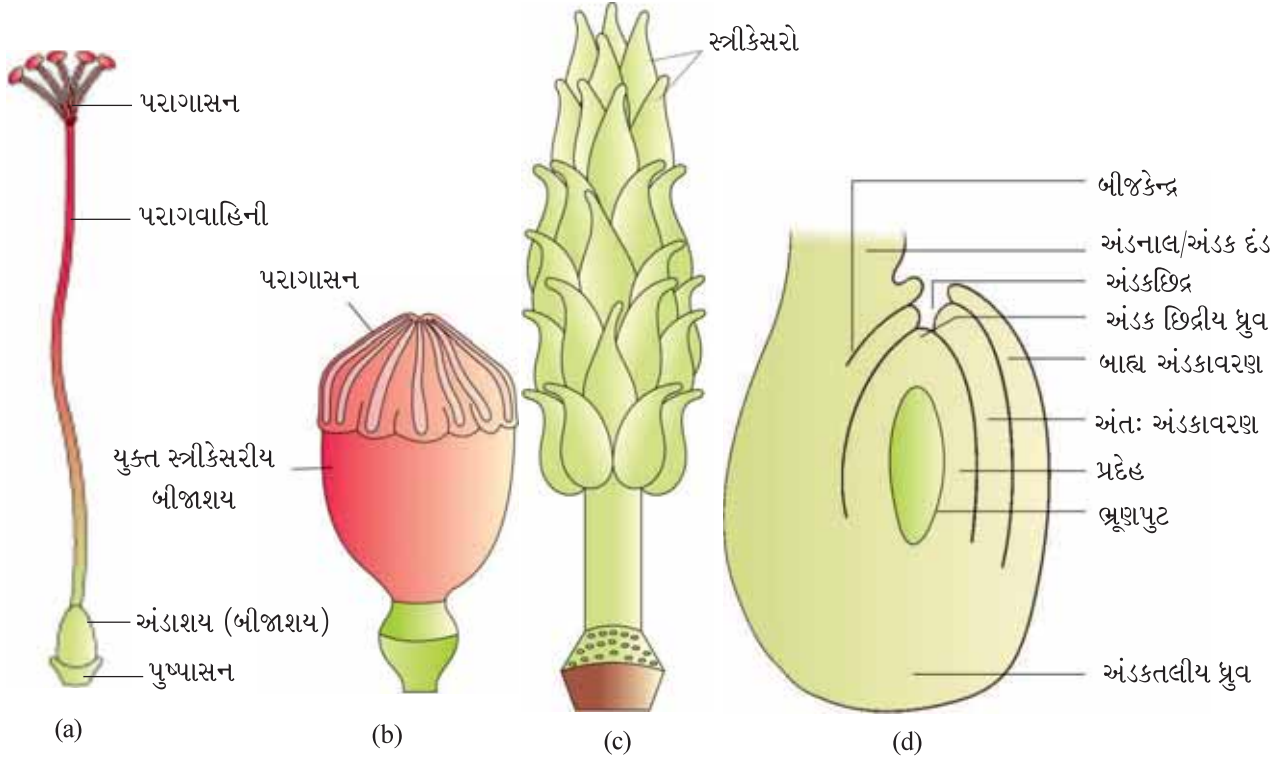


આકૃતિ 1.6 : પરાગરજની નીપજો

જીવિતતા ગુમાવે છે અને રોઝેસી, લેગ્યુમીનેસી અને સોલેનેસી કુળના કેટલાક સભ્યોમાં તેની જીવિતતા મહિનાઓ સુધી જળવાય છે. તમે કૃત્રિમ વીર્યદાન (artificial insemination) વિશે સાંભળ્યું હશે. જેમાં મનુષ્ય સહિત ઘણાં પ્રાણીઓનું વીર્ય/શુક્રકોષોને સંગૃહિત કરવામાં આવે છે. મોટી સંખ્યાની જાતિઓની પરાગરજને વર્ષો સુધી પ્રવાહી નાઈટ્રોજન (-196°C)માં સંગૃહિત કરવાનું શક્ય છે. આ સંચિત પરાગરજનો ઉપયોગ પરાગનિધિ (pollen bank) તરીકે થાય છે, જે પાક-સંવર્ધિત કાર્યક્રમો માટે ઉપયોગી બીજનિધિ (seed bank) જેવું છે.

1.2.2 જાયાંગ, મહાબીજાણુધાની (અંડક) અને ભ્રૂણપુટ (Pistil, Megasporangium (ovule) and Embryo sac)

જાયાંગ (સ્ત્રીકેસરચક)એ પુષ્પનું માદા પ્રજનનાંગ છે. સ્ત્રીકેસરચક, એક જ સ્ત્રીકેસર (એકસ્ત્રીકેસરી - monocarpellary) અથવા ઘણાં સ્ત્રીકેસર (બહુસ્ત્રીકેસરી - multicarpallary) ધરાવે છે. જો સ્ત્રીકેસર એક કરતાં વધુ હોય ત્યારે, તેઓ જોડાયેલા (યુક્ત સ્ત્રીકેસરી - syncarpous) આકૃતિ 1.7 (b) અથવા મુક્ત હોય (મુક્ત સ્ત્રીકેસરી - apocarpous) આકૃતિ 1.7 (c) છે. પ્રત્યેક સ્ત્રીકેસર ત્રણ ભાગો - પરાગાસન, પરાગવાહિની અને બીજાશય (અંડાશય) ધરાવે છે આકૃતિ 1.7 (a). પરાગાસન, પરાગરજ માટેનું ગ્રાહી સ્થાન છે. પરાગવાહિની પરાગાસનની નીચે આવેલ લંબાયેલો નાજુક ભાગ છે. સ્ત્રીકેસરનો તલસ્થ ફૂલેલો ભાગ બીજાશય કે અંડાશય કહેવાય છે. બીજાશયની અંદર બીજાશય પોલાણ (કોટર) આવેલું છે. જરાયુ (placenta) બીજાશયના પોલાણની અંદર તરફ આવેલું છે. જરાયુવિન્યાસની

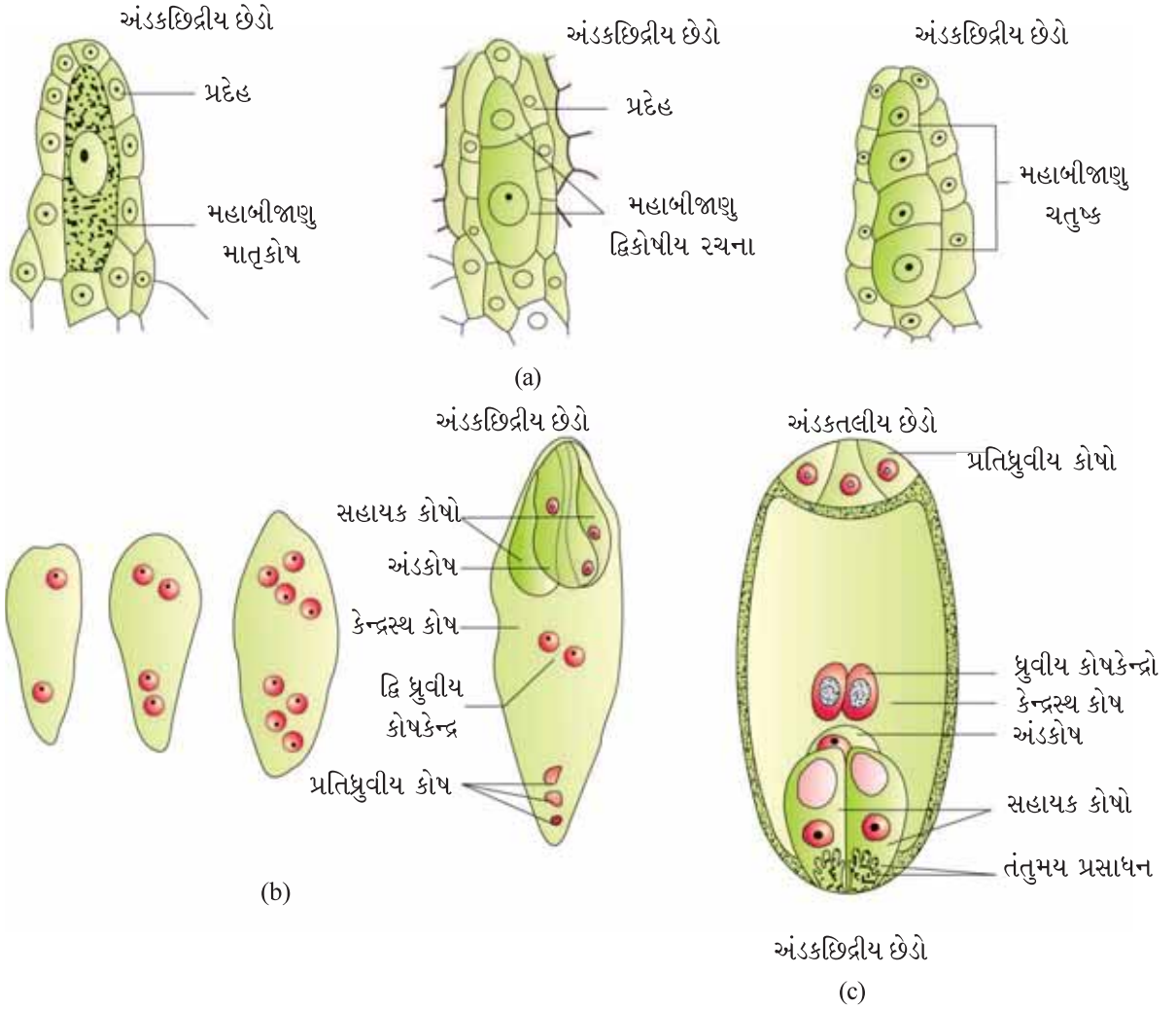


આકૃતિ 1.7 : (a) સ્ત્રીકેસર દર્શાવતું જાસૂદનું વિચ્છેદિત પુષ્પ દૂર કરેલ અન્ય પુષ્પીય ભાગોને (b) અફીણ (પાપાવર)નું બહુસ્ત્રીકેસરીયુક્ત સ્ત્રીકેસર (c) ચંપા (માઈકેલિયા)નું બહુસ્ત્રીકેસરી મુક્ત સ્ત્રીકેસર (d) લાક્ષણિક અધોમુખી અંડકનો રેખાંકિત દેખાવ

વ્યાખ્યા અને તેના પ્રકાર, જે તમે ધોરણ XIમાં ભણી ગયાં છો, તેને યાદ કરો. જરાયુ પરથી મહાબીજાણુધાનીઓ (megasporeangia) ઉદ્ભવે છે. જેને સામાન્યતઃ અંડકો (ovules) કહે છે. બીજાશયમાં અંડકોની સંખ્યા એક (ઘઉં, ડાંગર, કેરી)થી ઘણી (પપૈયું, તડબૂચ, ઓર્કિડ્સ) હોય છે. મહાબીજાણુધાની (અંડક) (Megasporeangium Ovule) : ચાલો, આપણે આવૃત્ત બીજધારીની લાક્ષણિક મહાબીજાણુધાનીની રચનાથી માહિતગાર થઈએ (આકૃતિ 1.7 d). અંડક એ નાની રચના છે જે દંડ વડે જરાયુ સાથે જોડાયેલ હોય છે. જેને અંડકનાલ/અંડક દંડ (funicle) કહે છે. અંડકનો દેહ જે ભાગ વડે અંડકનાલ સાથે જોડાયેલો હોય, તેને બીજકેન્દ્ર (hilum) કહે છે. આમ, બીજકેન્દ્ર એ અંડક અને અંડકનાલ વચ્ચેનું સંગમસ્થાન છે. દરેક અંડક એક કે બે રક્ષણાત્મક આવરણો ધરાવે છે જેને અંડકાવરણો (integuments) કહે છે. આ અંડકાવરણો સમગ્ર પ્રદેહ (nucellus)ને આવરિત કરે છે. અંડકના ટોચના ભાગ સિવાય આવેલ એક નાના છિદ્રને અંડકછિદ્ર કે બીજાંડ છિદ્ર (micropyle) કહે છે. અંડકછિદ્રના વિરૂદ્ધ છેડે અંડકતલ (chalaza) આવેલ છે જે અંડકનો તલ ભાગ છે.

અંડકાવરણોથી ઘેરાયેલા કોષોના સમૂહને પ્રદેહ (nucellus) કહે છે. પ્રદેહના કોષો વિપુલ પ્રમાણમાં સંચિત ખોરાક ધરાવે છે. પ્રદેહની અંદર ભ્રૂણપુટ (embryo sac) અથવા માદા જન્યુજનક (female gametophyte) હોય છે. અંડકમાં સામાન્યતઃ એક મહાબીજાણુમાંથી સર્જાયેલ એક ભ્રૂણપુટ આવેલ હોય છે.

મહાબીજાણુજનન (Megasporogenesis) : મહાબીજાણુ માતૃકોષ (megaspore mother cell - MMC)માંથી મહાબીજાણુના નિર્માણની ક્રિયાને મહાબીજાણુજનન (megasporogenesis) કહે છે. અંડકમાં પ્રદેહના અંડછિદ્રીય પ્રદેશમાં સામાન્યતઃ એક



આકૃતિ 1.8 : (a) એક મોટો મહાબીજાણુ માતૃકોષ દર્શાવતા અંડકના ભાગો, મહાબીજાણુઓની દ્વિકોષીય અને ચતુષ્ક રચના (b) ભ્રૂણપુટની 2, 4 અને 8 કોષકેન્દ્રીય અવસ્થાઓ અને પુખ્ત ભ્રૂણપુટ (c) એક પુખ્ત ભ્રૂણપુટની રેખાંકિત પ્રસ્તુતિ

મહાબીજાણુ માતૃકોષનું વિભેદન થાય છે. તે ઘટ્ટ કોષરસ અને સુસ્પષ્ટ કોષકેન્દ્ર ધરાવતો મોટો કોષ છે. મહાબીજાણુ માતૃકોષ અર્ધીકરણ પામે છે. અર્ધીકરણ પામતા MMCનું મહત્વ શું છે ? અર્ધીકરણના પરિણામે ચાર મહાબીજાણુઓ (megaspores) સર્જાય છે (આકૃતિ 1.8 a).

માદા જન્યુજનક (Female gametophyte) : મોટા ભાગની સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં, ચાર પૈકી ત્રણ મહાબીજાણુઓ અવનત (નાશ) પામે છે અને 1 (એક જ) મહાબીજાણુ સક્રિય રહે છે. માત્ર સક્રિય મહાબીજાણુમાંથી માદા જન્યુજનક (ભ્રૂણપુટ)નો વિકાસ થાય છે. આમ, એક જ મહાબીજાણુમાંથી ભ્રૂણપુટના નિર્માણની આ પદ્ધતિને એકબીજાણુક વિકાસ (monosporic) કહે છે. પ્રદેહ, MMC, સક્રિય મહાબીજાણુ અને માદા જન્યુજનકના કોષોની પ્લોઈડી શું હશે ?



ચાલો, આપણે બ્રૂણપુટના નિર્માણની પ્રક્રિયા વિશે થોડો ઊંડો અભ્યાસ કરીએ (આકૃતિ 1.8 b). સક્રિય મહાબીજાણુનું કોષકેન્દ્ર સમભાજન પામી, બે કોષકેન્દ્રો સર્જે છે, કે જે વિરુદ્ધ ધ્રુવ તરફ ગતિ કરે છે. આમ, દ્વિ (2) કોષકેન્દ્રીય બ્રૂણપુટનું નિર્માણ થાય છે. તેને અનુસરીને બે ક્રમિક સમવિભાજન થવાથી ક્રમશઃ ચાર (4) કોષકેન્દ્રીય અને પછી આઠ (8) કોષકેન્દ્રીય બ્રૂણપુટનું નિર્માણ થાય છે. અહીં નોંધનીય છે કે આ પ્રકારનું સમવિભાજન ચુસ્તપણે (strictly) મુક્ત કોષકેન્દ્રીય પ્રકારનું વિભાજન છે કે એટલે કે કોષકેન્દ્ર વિભાજન બાદ તરત જ કોષદીવાલનું નિર્માણ થતું નથી. 8-કોષકેન્દ્રીય અવસ્થા બાદ, કોષદીવાલના નિર્માણને અનુસરીને લાક્ષણિક માદા જન્યુજનક કે બ્રૂણપુટ સર્જાય છે. બ્રૂણપુટની અંદર, કોષોની વહેંચણીનું નિરીક્ષણ કરો (આકૃતિ 1.8 b, c). આઠ પૈકીનાં છ કોષકેન્દ્રો કોષદીવાલ વડે આવરિત થાય છે અને કોષીય સ્વરૂપ ધારણ કરે છે; જ્યારે બાકીનાં બે કોષકેન્દ્રો જેને ધ્રુવીય કોષકેન્દ્રો (polar nuclei) કહે છે, તેઓ અંડપ્રસાધનની હેઠળ મોટા કેન્દ્રસ્થ કોષ (central cell)માં ગોઠવાય છે.

બ્રૂણપુટમાં કોષોની લાક્ષણિક ગોઠવણી જોવા મળે છે. અંડકછિદ્ર તરફના ત્રણ કોષો ભેગા મળે છે અને અંડપ્રસાધન (egg apparatus)ની રચના કરે છે. અંડપ્રસાધનમાં બે સહાયક કોષો (synergid cells) અને એક અંડકોષ (egg cell)નો સમાવેશ થાય છે. સહાયક કોષો, અંડકછિદ્રની ટોચ તરફ એક વિશિષ્ટ પ્રકારનું સ્થૂલન ધરાવે છે; જેને તંતુમય પ્રસાધન (filiform apparatus) કહે છે જે પરાગનલિકાઓને સહાયક કોષોમાં પહોંચાડવામાં મહત્વનો ભાગ ભજવે છે. ત્રણ કોષો અંડકતલ તરફ ગોઠવાય છે, જેને પ્રતિધ્રુવીય કોષો (antipodal cells) કહે છે. અગાઉ જણાવ્યા મુજબ, મોટો મધ્યસ્થ કોષ બે ધ્રુવીય કોષકેન્દ્રો ધરાવે છે. આમ, આવૃત બીજધારીનો લાક્ષણિક બ્રૂણપુટ (typical embryo sac) પુખ્તતાએ 8-કોષકેન્દ્રીય, પરંતુ 7-કોષીય રચના ધરાવે છે.

1.2.3 પરાગનયન (Pollination)

અગાઉના વિભાગમાં તમે અભ્યાસ કર્યો કે, સપુષ્પી વનસ્પતિમાં નર અને માદા જન્યુઓ ક્રમશઃ પરાગરજ અને બ્રૂણપુટમાં સર્જાય છે. અહીં બંને પ્રકારના જન્યુઓ અચલિત હોય, તેથી ફલન માટે તેઓને સાથે લાવવા જરૂરી છે. તે કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરી શકાય ?

પરાગનયન (Pollination) આ હેતુને સિદ્ધ કરતી એક ક્રિયા છે. પરાગરજ (પરાગાશયમાંથી મુક્ત)નું સ્ત્રીકેસરના પરાગાસન પર સ્થળાંતર થવાની ક્રિયાને **પરાગનયન (pollination)** કહે છે. પરાગનયન માટે સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં અદ્ભુત અનુકૂલનો કેળવાયેલાં હોય છે. પરાગનયન માટે તેઓ બાહ્ય કારકો (વાહકો)નો ઉપયોગ કરે છે. શું તમે શક્યતઃ આવા બાહ્ય પરાગવાહકોની યાદી બનાવી શકશો ?

પરાગનયનના પ્રકારો (Kinds of Pollination) : પરાગરજના સ્રોતના આધારે, પરાગનયનને ત્રણ પ્રકારોમાં વહેંચી શકાય :

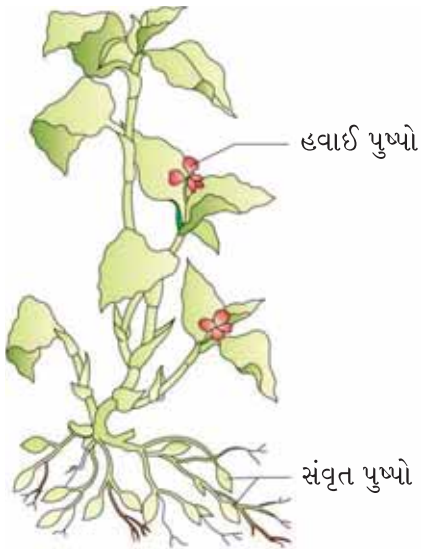
- (i) **સ્વફલન (Autogamy) :** આ પ્રકારમાં, તે જ પુષ્પમાં પરાગનયન થાય છે. પરાગાશયમાંથી પરાગરજનું તે જ પુષ્પના પરાગાસન પર સ્થળાંતર થાય છે (આકૃતિ 1.9 a). સામાન્યતઃ પુષ્પના ખીલવા સાથે પરાગાશય અને પરાગાસન ખુલ્લા થવાથી સ્વફલન થાય એવું ભાગ્યે જ જોવા મળે છે. આવાં પુષ્પોમાં સ્વફલન માટે પરાગરજની મુક્તિ અને પરાગાસનની ગ્રાહ્યતામાં



(a)



(b)



(c)

તાલમેલ સધાવો જરૂરી છે અને પરાગાશય તેમજ પરાગાસન પણ એકબીજાની નિકટતમ હોવા જોઈએ, જેથી સ્વપરાગનયન થઈ શકે. કેટલીક વનસ્પતિઓ જેવી કે વાયોલા (common pansy), અબુટી (oxalis) અને કોમેલિનામાં બે પ્રકારનાં પુષ્પો સર્જાય છે - હવાઈ પુષ્પો (chasmogamous) કે જે અન્ય જાતિઓમાં જોવા મળતાં પુષ્પો જેવાં જ હોય છે, જેમના પરાગાશય અને પરાગાસન ખુલ્લા હોય છે અને સંવૃત પુષ્પો (cleistogamous) કે જે ક્યારેય ખીલતાં નથી (આકૃતિ 1.9 c). આવાં પુષ્પોમાં પરાગાશય અને પરાગાસન એકબીજાની ખૂબ નજીક હોય છે. જ્યારે પુષ્પકલિકામાં પરાગાશયનું સ્ફોટન થાય ત્યારે પરાગરજ પરાગનયન માટે પરાગાસનના સંપર્કમાં આવે છે. આમ, સંવૃત પુષ્પોમાં સ્પષ્ટપણે સ્વફલન જોવા મળે છે. કારણ કે, પર-પરાગરજની પરાગાસન પર સ્થાપિત થવાની કોઈ તક હોતી નથી. સંવૃત પુષ્પોમાં પરાગવાહકોની ગેરહાજરીમાં પણ, નિશ્ચિતપણે બીજ સર્જન થાય છે. શું તમે કહી શકો છો કે, સંવૃત પુષ્પતા વનસ્પતિઓ માટે લાભકારક છે કે નુકસાનકારક ? શા માટે ?

(ii) **ગેઈટોનોગેમી (Geitonogamy)** : પરાગાશયમાંની પરાગરજનું તે જ વનસ્પતિના અન્ય પુષ્પના પરાગાસન પર સ્થાપિત થવાની ક્રિયા છે. જોકે ગેઈટોનોગેમી એ કાર્યાત્મક રીતે પરપરાગનયન છે, કે જેમાં પરાગવાહકો ભાગ લે છે. જનીનિક દૃષ્ટિએ તે સ્વફલન સાથે સમાનતા ધરાવે છે; કારણ કે, પરાગરજ એ જ વનસ્પતિ પરથી આવે છે.

(iii) **પરવશ (Xenogamy)** : પરાગાશયમાંથી પરાગરજનું અન્ય વનસ્પતિના પરાગાસન પર સ્થાપનની ક્રિયા છે (આકૃતિ 1.9 (b)). આ એક માત્ર એવા પ્રકારનું પરાગનયન છે કે જેમાં પરાગાસન પર જનીનિક ભિન્નતા ધરાવતી પરાગરજ સ્થાપિત થાય છે.

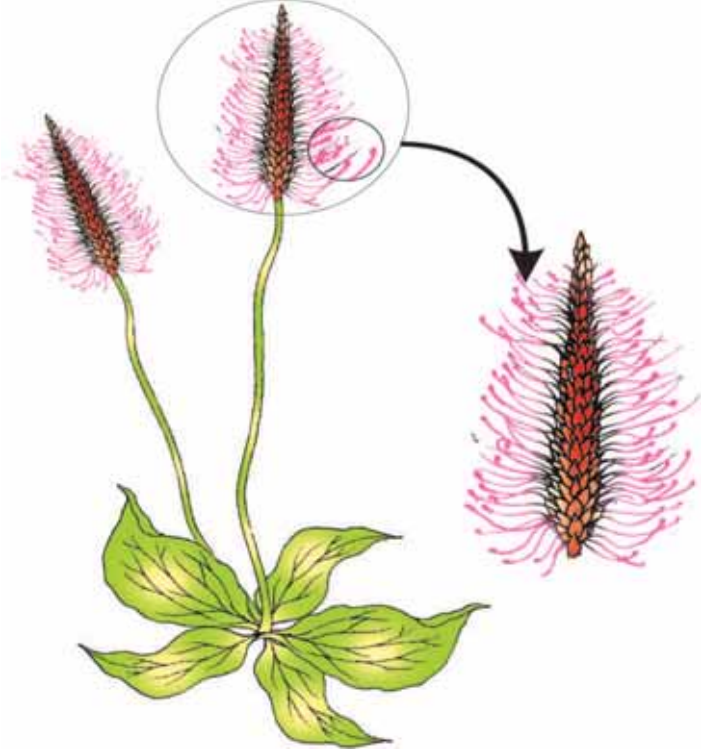
પરાગનયન માટેના વાહકો (Agents of Pollination) : વનસ્પતિઓ, બે - અજૈવિક (પવન અને પાણી) અને એક જૈવિક (પ્રાણીઓ) ઘટકોનો વાહક તરીકે ઉપયોગ કરી પરાગનયન કરે છે. મોટા ભાગની વનસ્પતિઓ પરાગનયન માટે જૈવિક વાહકોનો ઉપયોગ કરે છે. ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં, વનસ્પતિઓ અજૈવિક વાહકોને ઉપયોગમાં લે છે. પવન અને પાણી બંને દ્વારા થતા પરાગનયનમાં પરાગરજની પરાગાસન સાથે સંપર્કમાં આવવાની શક્યતા રહેલ છે. આવી અયોક્કસતા (અનિશ્ચિતતા) તથા નુકશાની સાથે સંકળાયેલ પરાગરજની પૂર્તતા માટે અંડકોની સંખ્યાની સાપેક્ષે પરાગનય માટે પુષ્પો ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં પરાગરજ સર્જે છે.



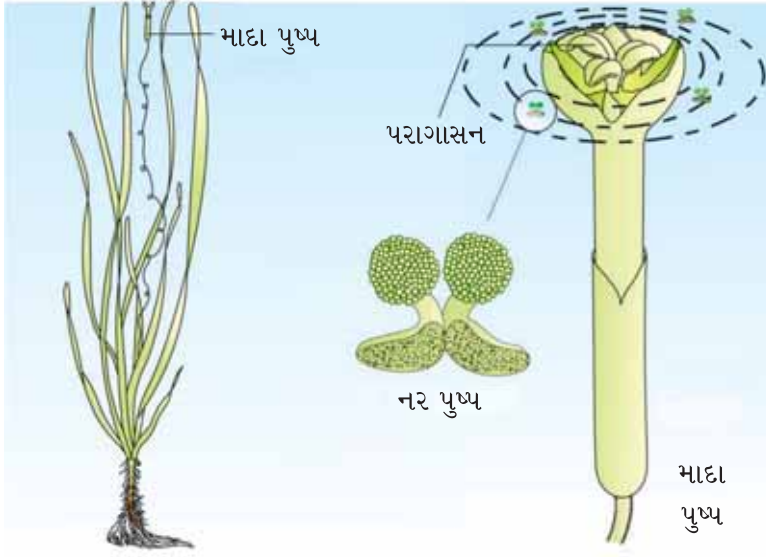
અજૈવિક પરાગનયન પૈકી પવન દ્વારા પરાગનયન ઘણું સામાન્ય છે. વાત-પરાગનયન માટે જરૂરી છે કે પરાગરજ હલકી અને ચીકાશરહિત હોય. જેથી પવનના પ્રવાહ સાથે તે સરળતાથી સ્થળાંતરિત થઈ શકે. તેમના પુંકેસર ખૂબ સારી રીતે ખુલ્લા કે મુક્ત (જેથી પરાગરજ સરળતાથી પવનના પ્રવાહ સાથે વિકિરણ પામી શકે, આકૃતિ 1.10) અને મોટાં, પીંછાંમય પરાગાસન હોવાથી વાત-પ્રવાહિત પરાગરજને તે સરળતાથી જકડી શકે. વાત-પરાગિત પુષ્પો સામાન્યતઃ એક અંડકયુક્ત બીજાશય ધરાવતાં અનેક પુષ્પો ધરાવતો પુષ્પવિન્યાસ ધરાવે છે. તેનું જાણીતું ઉદાહરણ છે મકાઈનો ડોડો (tassels) જે તમે જુઓ છો એ બીજું કંઈ નહિ પરંતુ, પરાગાસન અને પરાગવાહિની છે, જે પવનમાં લહેરાય છે તે પરાગરજને જકડે છે. ઘાસમાં વાત-પરાગનયન ખૂબ સામાન્ય છે.

પાણી દ્વારા પરાગનયન એ સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં લગભગ 30 જેટલી મર્યાદિત પ્રજાતિઓમાં જોવા મળે છે. જેમાંની મોટા ભાગની એકદળી છે. આની સામે તમારે યાદ કરવું રહ્યું કે નિમ્ન કક્ષાની વનસ્પતિઓ જેવી કે, લીલ, દ્વિઅંગી અને ત્રિઅંગીઓમાં પાણી એ નર જન્યુના સ્થળાંતર માટેનું નિયમિત વાહક માધ્યમ છે. એવું માનવામાં આવે છે કે, ખાસ કરીને કેટલીક દ્વિઅંગી અને ત્રિઅંગીઓનું વિતરણ સીમિત હોય છે. કારણ કે, નર જન્યુના વહન અને ફલન માટે તેમને પાણીની જરૂરિયાત રહે છે. જલ પરાગિત વનસ્પતિનાં કેટલાંક ઉદાહરણોમાં વેલ્ડેસ્નેરિયા અને હાઈડ્રિલા કે જે મીઠા પાણીમાં ઊગે છે અને કેટલાક દરિયાઈ ઘાસ જેવા કે જોસ્ટેરાનો સમાવેશ થાય છે. બધી જ જલીય વનસ્પતિઓ પરાગનયન માટે પાણીનો ઉપયોગ કરતી નથી. મોટા ભાગની જલીય વનસ્પતિઓ જેવી કે જળકુંભિ (water hyacinth) અને જલીય લીલી (water lily)માં પુષ્પો જલસપાટીની ઉપર તરફ રહે છે અને મોટા ભાગની સ્થળજ વનસ્પતિની જેમ કીટકો કે પવન દ્વારા પરાગિત થાય છે. વેલ્ડેસ્નેરિયામાં, માદા પુષ્પો કે પરાગરજ પાણીની સપાટી પર મુક્ત થાય છે. તેઓ નિષ્ક્રિય (પરોક્ષ) રીતે (passively) જલપ્રવાહ દ્વારા વહન પામે છે (આકૃતિ 1.11 a); તેમાંનાં કેટલાંક માદા પુષ્પોના પરાગાસન સુધી પહોંચે છે. જલપરાગિત વનસ્પતિના અન્ય સમૂહ જેવાં કે, દરિયાઈ ઘાસ (sea grasses)માં માદા પુષ્પો પાણીમાં નિમગ્ન રહે છે અને પરાગરજ પાણીની અંદર મુક્ત થાય છે. આવી ઘણી જાતિઓમાં પરાગરજ લાંબી, પટ્ટીમય (ribbon like) હોય છે અને પાણીમાં નિષ્ક્રિય રીતે વહન પામે છે. તેમાંની કેટલીક પરાગાસન સુધી પહોંચે છે. મોટા ભાગની જલપરાગિત જાતિઓમાં પરાગરજ ભેજથી રક્ષણ માટે શ્લેષ્મથી આવરિત (mucilaginous covering) હોય છે.

વાત અને જલ બંને પરાગિત વનસ્પતિઓમાં પુષ્પો રંગબેરંગી હોતાં નથી અને મધુદ્રવ્ય (nectar) સર્જતા નથી. આ માટેનું કારણ શું હોઈ શકે ?



આકૃતિ 1.10 : સંકુચિત પુષ્પવિન્યાસ અને સુવિકસિત પુંકેસરો દર્શાવતી એક પવન પરાગિત વનસ્પતિ દર્શાવેલ છે



(a)



(b)

આકૃતિ 1.11: (a) વેલિસ્નેરિયામાં પાણી દ્વારા પરાગનયન
(b) કીટક પરાગનયન

મોટા ભાગની સપુષ્પી વનસ્પતિઓ પરાગવાહકો તરીકે વિવિધ પ્રાણીઓનો ઉપયોગ કરે છે. મધમાખી, પતંગિયાં, માખી, ભૂંગ કીટકો (beetles), ભમરીઓ (wasps), કીડી, ફૂદા (moths), પક્ષીઓ (સનબર્ડ = દેવચકલી અને હમિંગ બર્ડ = ગુંજન પક્ષી) તથા ચામાચીડિયું, સામાન્ય પરાગવાહકો છે (આકૃતિ 1.11 b). પ્રાણીઓ પૈકી કીટકો ખાસ કરીને મધમાખીઓ એ પ્રભાવી જૈવિક પરાગવાહકો છે. આ ઉપરાંત, મોટાં પ્રાણીઓ જેવાં કે, કેટલાક પ્રાઈમેટ (લેમૂર), વૃક્ષારોહી તીક્ષ્ણ દાંતવાળા કોતરતાં (કર્તનશીલ) પ્રાણીઓ (arboreal rodents) અથવા સરિસૃપો (ગેકો ગરોળી અને કાચિંડો) (gecko lizard and garden lizard) વગેરે કેટલીક જાતિઓમાં પરાગવાહકો તરીકે નોંધાયા છે.

પ્રાણી દ્વારા પરાગિત વનસ્પતિઓનાં પુષ્પો મોટે ભાગે પ્રાણીની ચોક્કસ જાતિ માટે વિશિષ્ટ પ્રકારનાં અનુકૂળનો વિકસાવે છે.

મોટા ભાગનાં કીટ પરાગિત પુષ્પો મોટે ભાગે મોટાં, રંગબેરંગી, સુગંધ અને મધુરસથી સમૃદ્ધ હોય છે. જ્યારે પુષ્પો નાનાં હોય ત્યારે ઘણાં પુષ્પો એકઠાં થઈ પુષ્પવિન્યાસ બનાવે છે, જેથી તે ધ્યાનાકર્ષક બને અને પ્રાણીઓ પુષ્પોના રંગ અને/અથવા સુગંધથી આકર્ષાય છે. માખીઓ અને ભૂંગકીટકોથી પરાગિત પુષ્પો આ પ્રાણીઓને આકર્ષવા દુર્ગંધ સર્જે છે. પ્રાણીઓની મુલાકાતો નિશ્ચિત કરવા, પુષ્પો આ પ્રાણીઓને પુરસ્કાર (reward) આપે છે. મધુદ્રવ્ય (nectar) અને પરાગરજ એ પુષ્પ દ્વારા પ્રાણીઓને મળતા સામાન્ય પુરસ્કાર છે. આ પુરસ્કારની પ્રાપ્તિ હેતુ, આ મુલાકાતી પ્રાણીઓ પરાગાશય અને પરાગાસનના સંપર્કમાં આવે છે. આ પ્રાણીઓનો દેહ પરાગરજનું આવરણ મેળવે છે, પ્રાણી દ્વારા પરાગિત પુષ્પોમાં પરાગરજ ચીકાશયુક્ત હોય છે. જ્યારે આ પ્રાણી પોતાના દેહ પર પરાગરજ સાથે પરાગાસનના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે પરાગનયન થાય છે.

કેટલીક જાતિઓમાં પુષ્પીય પુરસ્કાર સ્વરૂપે તેમને ઈંડાં મૂકવા માટેનું સલામત સ્થાન પૂરું પાડે છે; તેનું ઉદાહરણ છે સુરણ (Amorphophallus) નું સૌથી ઊંચું પુષ્પ (તે પુષ્પ પોતેજ

6 ફૂટની ઊંચાઈ ધરાવે છે). આવો જ આંતરસંબંધ ફૂદાંની જાતિ અને યુક્કા વનસ્પતિ વચ્ચે જોવા મળે છે. જ્યાં બંને જાતિઓ-ફૂદાં અને યુક્કા વનસ્પતિ એકબીજા વગર પોતાનું જીવનચક્ર પૂર્ણ કરી શકતા નથી. ફૂદાં પોતાનાં ઈંડાં બીજાશયના પોલાણમાં મૂકે છે અને પુષ્પ તેના બદલામાં ફૂદાં દ્વારા પરાગિત થાય છે. જ્યારે બીજનો



વિકાસ શરૂ થાય ત્યારે જ ફૂદાંની ઈયળ કે રિમ્મ (larvae) ઈડાંમાંથી બહાર આવે છે.

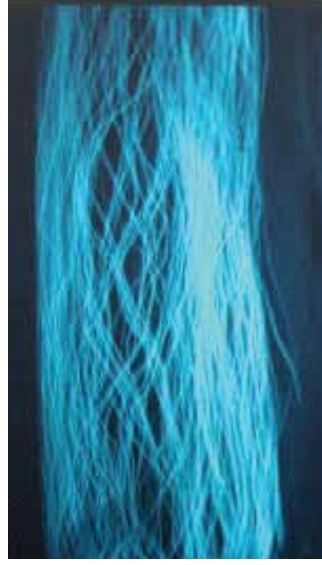
તમે શા માટે નીચે આપેલ વનસ્પતિઓનાં કેટલાક પુષ્પોનું અવલોકન કરતાં નથી (અથવા તમને ઉપલબ્ધ હોય તેવા અન્ય) : કાકડી, કેરી, પીંપળ, કોથમીર, પપૈયું, ડુંગળી, લોબિયા (lobia), કપાસ, તમાકુ, ગુલાબ, લીબું, નીલગિરી (Eucalyptus), કેળાં ? તે શોધવાનો પ્રયત્ન કરો કે કયા પ્રાણીઓ તેમની મુલાકાત લે છે અને શું તેઓ પરાગવાહકો છે ? તમે ધીરજપૂર્વક કેટલાક દિવસો સુધી પુષ્પોનું અવલોકન કરો અને દિવસના જુદા-જુદા સમયે તમે તે પણ જાણવાનો પ્રયત્ન કરો કે, પુષ્પનાં લક્ષણો અને તેમની મુલાકાત લેતાં પ્રાણીઓ વચ્ચે કોઈ સહસંબંધ છે કે નહિ. કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો કે કોઈ મુલાકાતી પરાગાશય અને પરાગાસનના સંપર્કમાં આવે છે. ફક્ત આવા જ મુલાકાતીઓ પરાગનયન પ્રેરે છે. ઘણા કીટકો પરાગનયન પ્રેર્યા વગર પરાગરજ અને મધુરસનો ઉપયોગ કરે છે. આ પુષ્પ મુલાકાતીઓને પરાગરજ/મધુરસના લૂંટારુંઓ કહેવાય છે. તમે કદાચ પરાગવાહકોને ઓળખી પણ શકશો અથવા ન પણ ઓળખી શકો. પરંતુ એ ચોક્કસ છે કે તમે તમારા પ્રયત્નોને માણશો.

બાહ્ય સંવર્ધન પ્રયુક્તિઓ (Out breeding Devices) : મોટા ભાગની સપુષ્પી વનસ્પતિઓ દ્વિલિંગી પુષ્પો સર્જે છે અને પરાગરજ તે જ પુષ્પના પરાગાસનના સંપર્કમાં આવવાનું પસંદ કરે છે. સતત સ્વ-પરાગનયન એ અંતઃસંવર્ધન દબાણ (inbreeding depression)માં પરિણમે છે. સપુષ્પી વનસ્પતિઓ સ્વ-પરાગનયનને અવરોધવા અને પર-પરાગનયનને ઉત્તેજવા માટે ઘણી પ્રયુક્તિઓ વિકસાવે છે. કેટલીક જાતિઓમાં, પરાગરજની મુક્તિ અને પરાગાસનની ગ્રહણ-ક્ષમતાનો તાલમેળ હોતો નથી. પરાગાસન ગ્રહણશીલ બને તે પહેલાં જ પરાગરજ મુક્ત થાય અથવા પરાગરજ મુક્ત થાય તેના ઘણા સમય પહેલાં પરાગાસન ગ્રહણશીલ બને છે. બીજી કેટલીક જાતિઓમાં પરાગાશય અને પરાગાસન જુદાં-જુદાં સ્થાનોએ આવેલ હોય છે. જેથી પરાગરજ તે જ પુષ્પના પરાગાસનના સંપર્કમાં ક્યારેય આવી શકતી નથી. આ બંને પ્રયુક્તિઓ સ્વફલન (autogamy) થતું અટકાવે છે. ત્રીજી પ્રયુક્તિ જે અંતઃસંવર્ધન (inbreeding)ને અટકાવે છે, તે સ્વ-અસંગતતા (self-incompatibility) કહેવાય છે. આ એક જનીનિક ક્રિયાવિધિ છે અને સ્વપરાગને રોકીને/અવરોધીને (તે જ પુષ્પ અથવા તે જ વનસ્પતિના અન્ય પુષ્પ) સ્ત્રીકેસરમાં પરાગરજના અંકુરણ કે પરાગનલિકાના વિકાસને અવરોધી અંડકોને ફલિત થતા અટકાવે છે. સ્વ-પરાગનયનને અટકાવવા માટેની અન્ય પ્રયુક્તિ છે કે એકલિંગી પુષ્પો ઉત્પન્ન કરવાં. જો નર અને માદા બંને પ્રકારનાં પુષ્પો એક જ વનસ્પતિ પર ઊગતા હોય (એકસદની) જેવાં કે દિવેલા અને મકાઈમાં સ્વફલન અટકાવી શકાય છે; પરંતુ ગેઈટેનોગેમી નહિ. ઘણી જાતિઓમાં જેમ કે પપૈયામાં નર પુષ્પો અને માદાં પુષ્પો ભિન્ન છોડ પર સર્જાય છે. જેથી આવી વનસ્પતિ નર કે માદા (દ્વિસદની) કહેવાય છે. આવી પરિસ્થિતિ સ્વફલન અને ગેઈટેનોગેમી બંને અટકાવે છે.

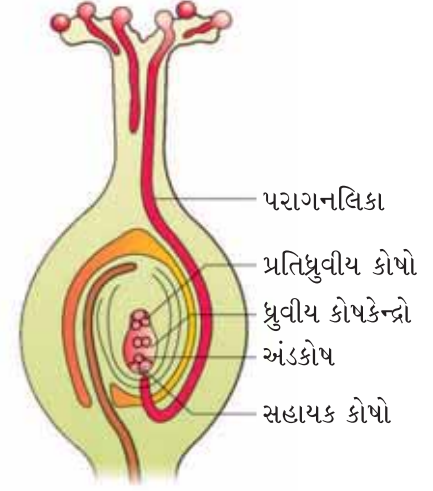
પરાગરજ-સ્ત્રીકેસર આંતરક્રિયા (Pollen-pistil Interaction) : પરાગનયન યોગ્ય પ્રકારની પરાગરજના વહનની ખાતરી આપતું નથી (તે જ જાતિના પરાગાસન પર તે જ જાતિની સંગત પરાગરજ). ઘણી વાર, પરાગાસન પર અન્ય જાતિની કે તે જ વનસ્પતિની (જો તે સ્વ-અસંગત પરાગરજ હોય તો) ખોટા પ્રકારની પરાગરજ સ્થાપિત થાય છે.



(a)

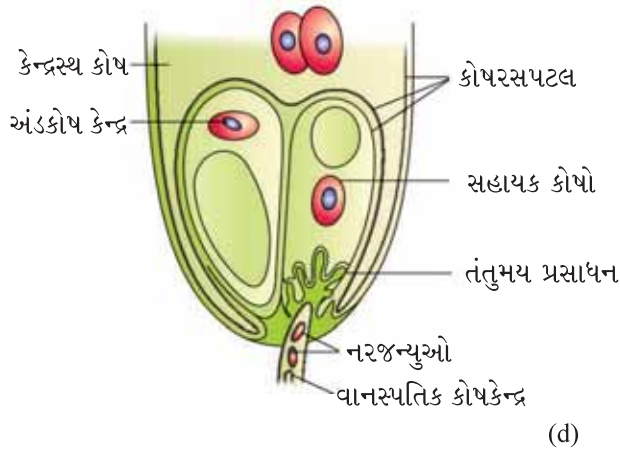


(b)

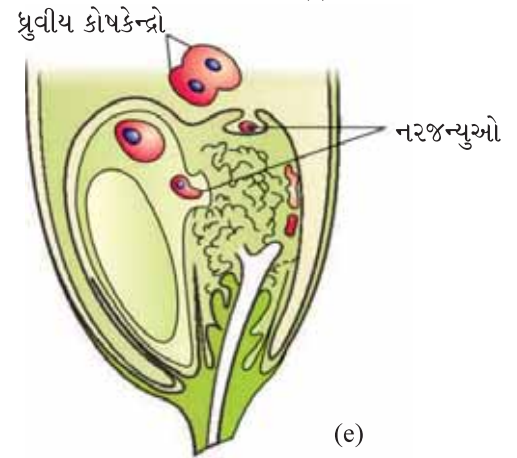


પરાગનલિકાની વૃદ્ધિ દર્શાવતા
એક પુષ્પનો આયામ છે

(c)



(d)



(e)

આકૃતિ 1.12 : (a) પરાગાસન પર અંકુરણ પામતી પરાગરજ (b) પરાગવાહિનીમાં વૃદ્ધિ પામતી પરાગનલિકા (c) પરાગનલિકાની વૃદ્ધિનો માર્ગ દર્શાવતા સ્ટ્રીકેસરનો L.S. (d) સહાયક કોષોમાં પરાગનલિકાનો પ્રવેશ દર્શાવતો અંડપ્રસાધનનો વિસ્તૃત દેખાવ (e) સહાયક કોષોમાં નર જન્યુઓની મુક્તિ અને નરજન્યુઓની ગતિ, એક અંડકોષમાં અને બીજો કેન્દ્રસ્થ કોષમાં

પરાગાસનની પરાગરજને ઓળખવાની ક્ષમતા હોય છે; એટલે કે, તે સાચા પ્રકારની (સંગત) છે કે ખોટા પ્રકારની (અસંગત) છે. જો પરાગરજ સાચા પ્રકારની હોય, તો સ્ટ્રીકેસર તેનો સ્વીકાર કરે છે અને પશ્ચ ફલન ઘટનાઓને પ્રેરે છે, જે ફલન તરફ તેને દોરી જાય છે. જો પરાગરજ ખોટા પ્રકારની હોય તો સ્ટ્રીકેસર, પરાગરજનું અંકુરણ અથવા પરાગનલિકાની વૃદ્ધિને અવરોધે. પરાગરજને ઓળખવાની સ્ટ્રીકેસરની ક્ષમતાને આધારે પરાગરજની સ્વીકૃતિ કે અસ્વીકૃતિ થાય છે. જે પરાગરજ અને સ્ટ્રીકેસર વચ્ચેના સતત સંવાદ (dialogues)નું પરિણામ છે. આ સંવાદમાં, સ્ટ્રીકેસર સાથે આંતરક્રિયા કરતાં પરાગરજનાં રાસાયણિક ઘટકો મધ્યસ્થી તરીકે વર્તે છે. તાજેતરનાં વર્ષોમાં વનસ્પતિશાસ્ત્રીઓ, કેટલીક પરાગરજ અને સ્ટ્રીકેસરનાં રાસાયણિક ઘટકોની સ્વીકૃતિ કે અસ્વીકૃતિને અનુસરીને થતી આંતરક્રિયાને ઓળખી શક્યા છે.

અગાઉ જણાવ્યા મુજબ, સંગત પરાગનયનને અનુસરીને, પરાગરજ પરાગાસન પર કોઈ એક જનનછિદ્રના માર્ગે પરાગનલિકાનું સર્જન કરે છે (આકૃતિ 1.12 a). પરાગરજમાં સમાવિષ્ટ ઘટકો પરાગનલિકામાં વહન પામીને બીજાશયમાં પહોંચે છે (આકૃતિ 1.12 b, c). તમને યાદ હશે કે કેટલીક વનસ્પતિઓમાં પરાગરજ દ્વિકોષીય અવસ્થાએ મુક્ત થાય છે (એક વાનસ્પતિક કોષ અને એક જનન કોષ). જ્યારે પરાગવાહિનીમાં પરાગનલિકા વૃદ્ધિ પામતી હોય ત્યારે જનનકોષ વિભાજન પામે છે અને બે નર જન્યુઓ સર્જે છે. એવી વનસ્પતિઓ કે જેમાં પરાગરજ ત્રિકોષીય અવસ્થાએ મુક્ત થાય છે, તેઓની પરાગનલિકા શરૂઆતથી જ બે નર જન્યુઓ ધરાવે છે. પરાગનલિકા જ્યારે બીજાશયમાં પહોંચે છે ત્યારે



અંડકછિદ્ર દ્વારા અંડકમાં પ્રવેશે છે અને ત્યારબાદ તંતુમય ઘટકો દ્વારા એક સહાયક કોષમાં પ્રવેશે છે (આકૃતિ 1.12 d, e). તાજેતરના અભ્યાસ પરથી માલૂમ પડે છે કે, સહાયક કોષોના અંડકછિદ્રીય છેડે આવેલ તંતુમય ઘટકો પરાગનલિકાને પ્રવેશ માટે માર્ગદર્શન આપે છે. આ બધી જ ઘટનાઓ-પરાગરજના પરાગાસન પર સ્થાપનથી લઈને પરાગનલિકાના અંડકમાં પ્રવેશને સામૂહિક રીતે પરાગરજ-સ્ત્રીકેસર આંતરક્રિયાઓ કહે છે. અગાઉ જણાવ્યા મુજબ, પરાગરજ-સ્ત્રીકેસર આંતરક્રિયા એ પરાગરજની સ્વીકૃતિ કે અસ્વીકૃતિ દ્વારા પરાગરજની ઓળખને સાંકળતી એક પ્રકારની ગતિશીલ પ્રક્રિયા છે. આ ક્ષેત્રમાંથી મેળવેલ જ્ઞાન વનસ્પતિ સંવર્ધકોને પરાગ-સ્ત્રીકેસર આંતરક્રિયાઓ ઉપરાંત અસંગત પરાગનયનમાં ફેરફાર પ્રેરી ઈચ્છિત સંકર જાતો મેળવવામાં મદદરૂપ થશે.

તમે વટાણા (pea), ચણ (chickpea), કોટોલેરિયા (*Crotalaria*), ગુલમહેદી (balsam) અને બારમાસી (*Vinca*) જેવી વનસ્પતિઓની પરાગરજને શર્કરાનું દ્રાવણ (લગભગ 10 %) ધરાવતી સ્લાઈડ પર આસ્થાપન કરીને તેનો અભ્યાસ કરી શકો છો. 15-30 મિનિટ બાદ સ્લાઈડને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં લો-પાવરમાં અવલોકન કરો. પરાગરજમાંથી બહાર આવેલ પરાગનલિકાને તમે જોઈ શકો છો.

ભિન્ન જાતિઓ અને ક્યારેક પ્રજાતિઓ વચ્ચે સંકરણ દ્વારા ઈચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય કરી, વ્યાપારિક ધોરણે ઉચ્ચ જાત (superior variety) મેળવવા માટે સંવર્ધકો ઉત્પન્ન હોય છે. **કૃત્રિમ સંકરણ**, પાક-સુધારણા કાર્યક્રમ માટેની પદ્ધતિમાંનો એક મુખ્ય અભિગમ છે. આ પ્રકારના સંવર્ધિત પ્રયોગોમાં, તે ચોક્કસપણે અગત્યનું છે કે પરાગનયન માટે માત્ર ઈચ્છિત પરાગરજનો ઉપયોગ થાય અને પરાગાસનને અસંગત પરાગરજ (બિનઈચ્છિત પરાગરજ)થી રક્ષિત કરવામાં આવે છે. જે વંધીકરણ (emasculation) અને કોથળી ચઢાવવા (bagging) જેવી પદ્ધતિ દ્વારા મેળવી શકાય.

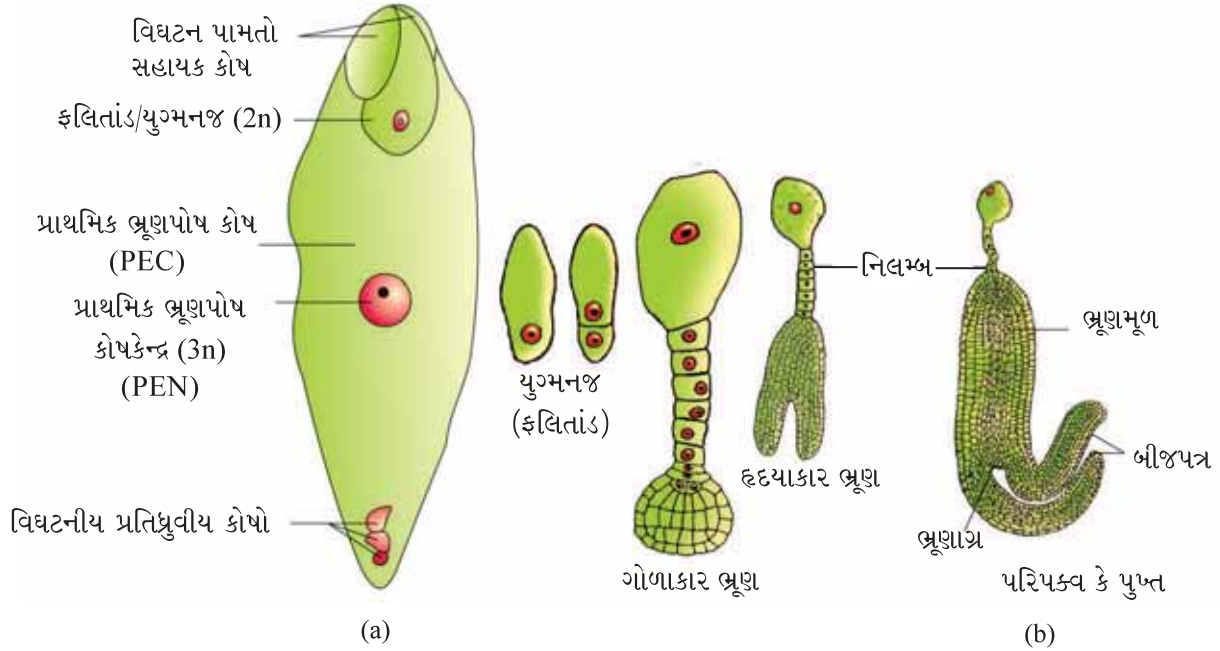
જો માદા વનસ્પતિ દ્વિલિંગી પુષ્પો ધરાવતી હોય, તો ચીપિયાની મદદથી પુષ્પકલિકામાંથી પરાગાશયને તેનું સ્કોટન થાય તે પહેલાં દૂર કરવામાં આવે તે જરૂરી છે. આ પ્રક્રિયાને **વંધીકરણ (emasculation)** કહે છે. ઇમેસ્ક્યુલેશન કરેલ પુષ્પોને અનુકૂળ (યોગ્ય) કદની કોથળીથી ઢાંકવામાં આવે છે, જે સામાન્ય રીતે મીણિયો કાગળ (butter paper)ની બનેલી હોય છે. તે અસંગત પરાગરજને રોકીને પરાગાસનને અશુદ્ધ થતું અટકાવે છે (બચાવે છે). આ ક્રિયાને **કોથળી ચઢાવવી (bagging)** કહે છે. કોથળી ચઢાવેલ પુષ્પના સ્ત્રીકેસરના પરાગાસન ગ્રહણશીલ બને ત્યારે નર પુષ્પના પરાગાશયમાંથી એકત્રિત કરેલ પરિપક્વ પરાગરજને છાંટવામાં આવે છે અને ફરીથી આ પુષ્પને કોથળી ચઢાવવામાં આવે છે અને તેમાંથી ફળોનો વિકાસ થવા દેવામાં આવે છે.

જો માતૃ(માદા) વનસ્પતિ એકલિંગી પુષ્પો સર્જે તો વંધીકરણની જરૂરિયાત રહેતી નથી. પુષ્પ ખીલે તે પહેલાં માદા પુષ્પની કલિકાને કોથળી ચઢાવવામાં આવે છે. જ્યારે પરાગાસન ગ્રહણશીલ બને, ત્યારે પરાગનયનની ક્રિયા ઈચ્છિત પરાગરજનો ઉપયોગ કરીને કરવામાં આવે છે અને પુષ્પને પુનઃ કોથળી ચઢાવવામાં આવે છે.



1.3 બેવડું ફલન (Double Fertilization)

બે પૈકી એક સહાયક કોષમાં પ્રવેશ બાદ, પરાગનલિકા બે નરજન્યુઓને સહાયક કોષના કોષરસમાં મુક્ત કરે છે. બે પૈકીનો એક નર જન્યુ, અંડકોષ તરફ વહન પામી અને તેનાં કોષકેન્દ્રો સાથે જોડાય છે. આમ, સંયુગ્મન (syngamy) પૂર્ણ થાય છે. જેના પરિણામે દ્વિકીય કોષ, યુગ્મનજ (2n) સર્જાય છે. અન્ય નર જન્યુ ભ્રૂણપુટના મધ્યમાં આવેલાં દ્વિતીય કોષકેન્દ્ર તરફ પ્રયાણ કરી, તેની સાથે જોડાઈને ત્રિકીય પ્રાથમિક ભ્રૂણપોષ કોષકેન્દ્ર (Primary Endosperm Nucleus = PEN)નું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 1.13 a). આમ, ત્રણ એકકીય કોષકેન્દ્રના જોડાણને ત્રિકીય જોડાણ (triple fusion) કહે છે. આમ, સંયુગ્મન અને ત્રિકીય જોડાણ, બે પ્રકારના જોડાણ ભ્રૂણપુટમાં થતા હોય છે. તેથી આ ઘટનાને બેવડું ફલન (double fertilization) કહે છે. જે સપુષ્પી વનસ્પતિઓની અજોડ ઘટના છે. મધ્યસ્થ કોષ ત્રિકીય જોડાણ બાદ પ્રાથમિક ભ્રૂણપોષ કોષ (Primary Endosperm Cell - PEC)માં પરિણમે છે અને ભ્રૂણપોષ (endosperm) તરીકે વિકાસ પામે છે. જ્યારે યુગ્મનજમાંથી ભ્રૂણનો વિકાસ થાય છે.



આકૃતિ 1.13 : (a) યુગ્મનજ અને પ્રાથમિક ભ્રૂણપોષ કોષકેન્દ્ર (PEN) દર્શાવતો ફલિત ભ્રૂણપૂટ (b) દ્વિદળીમાં ભ્રૂણ વિકાસના તબક્કાઓ [આકૃતિ (a) ની તુલનામાં ઘટતું કદ દર્શાવે છે].

1.4 પશ્ચ ફલન : રચનાઓ અને ઘટનાઓ (Post Fertilization : Structures and Events)

બેવડું ફલન, ભ્રૂણપોષ અને ભ્રૂણના વિકાસની ઘટનાઓને અનુસરીને અંડક કે અંડકોનું બીજમાં તથા બીજાશય (અંડાશય)નું ફળમાં પરિપક્વન થાય છે. આ ઘટનાને સામૂહિક રીતે પશ્ચ ફલન ઘટનાઓ કહે છે.



1.4.1 ભ્રૂણપોષ (Endosperm)

ભ્રૂણપોષનો વિકાસ, ભ્રૂણવિકાસને આગળ વધારે છે. શા માટે ? પ્રાથમિક ભ્રૂણપોષ કોષ (PEC) વારંવાર વિભાજન પામી ત્રિકીય ભ્રૂણપોષ પેશીનું નિર્માણ કરે છે. આ પેશીના કોષો સંચિત ખોરાકથી સમૃદ્ધ હોય છે અને વિકસતા ભ્રૂણને પોષણ પૂરું પાડવામાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. ભ્રૂણપોષ વિકાસના સૌથી સામાન્ય પ્રકારોમાં, PEN ઉત્તરોત્તર કોષકેન્દ્રીય વિભાજન પામી મોટી સંખ્યામાં કોષકેન્દ્રો સર્જે છે. ભ્રૂણપોષ વિકાસની આ અવસ્થાને મુક્ત કોષકેન્દ્રીય ભ્રૂણપોષ કહે છે. ત્યાર બાદ કોષદીવાલનું નિર્માણ થાય છે અને ભ્રૂણપોષ કોષીય બને છે. કોષીય સંરચના પહેલાં અસંખ્ય મુક્ત કોષકેન્દ્રો નિર્માણ પામેલાં હોય છે. નારિયેળમાંનું પાણી (નારિયેળ પાણી)થી તમે પરિચિત છો, જે બીજું કશું જ નથી પરંતુ તે મુક્ત કોષકેન્દ્રીય ભ્રૂણપોષ છે (જે હજારો કોષકેન્દ્રોનું બનેલ છે) અને તેની ફરતે આવેલ સફેદ ગર કે માવો (kernel)એ કોષીય ભ્રૂણપોષ છે.

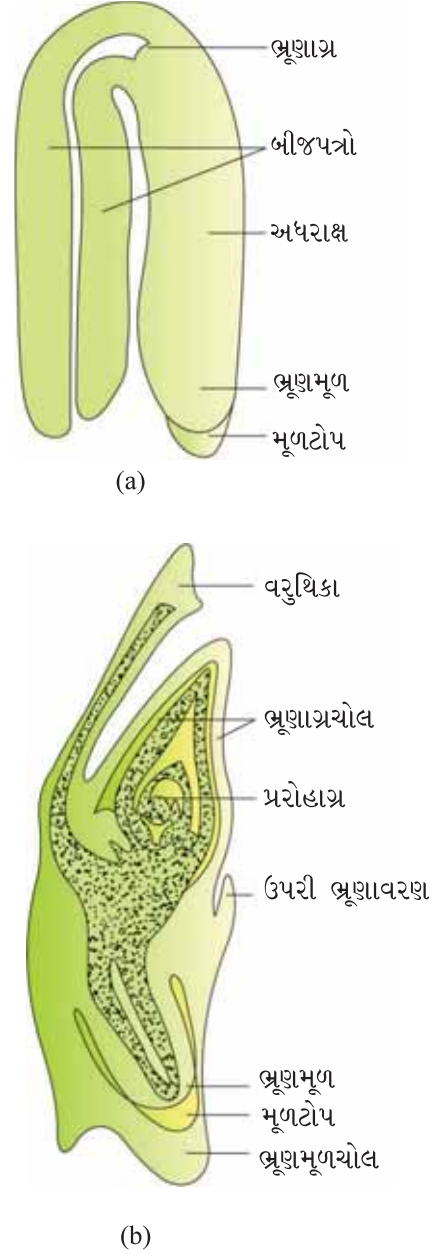
વિકાસ પામતા ભ્રૂણ દ્વારા બીજના પરિપક્વન પૂર્વે ભ્રૂણપોષ સંપૂર્ણ રીતે વપરાઈ જાય (દા.ત., વટાણા, મગફળી, વાલ) અથવા તે પરિપક્વ બીજમાં ચિરલગ્ન રહે (દા.ત., દિવેલા, નાળિયેર) અને બીજાંકુરણ દરમિયાન ઉપયોગમાં લેવાય છે. દિવેલા, વટાણા, વાલ, મગફળી અને નાળિયેર વગેરેનાં બીજ અને દરેકમાં ભ્રૂણપોષને ચકાસો અને જાણો કે ધાન્ય-ઘઉં, ચોખા અને મકાઈમાં ભ્રૂણપોષ ચિરલગ્ન છે કે નહિ ?

1.4.2 ભ્રૂણ (Embryo)

ભ્રૂણનો વિકાસ અંડકણિદ્ર નજીક રહેલા દ્વિકીય યુગ્મનજમાંથી થાય છે. મોટે ભાગે આવશ્યક જથ્થામાં ભ્રૂણપોષનું નિર્માણ થઈ જાય ત્યાર બાદ યુગ્મનજનું વિભાજન થાય છે. વિકસતા ભ્રૂણને પોષણ પૂરું પાડવા માટેનું આ એક અનુકૂળન છે. બીજ બહુજ જુદા પડતા હોવા છતાં, એકદળી અને દ્વિદળી બંનેમાં ભ્રૂણવિકાસની પ્રારંભિક અવસ્થાઓ (ભ્રૂણજનન - embryogeny) સમાન હોય છે (આકૃતિ 1.13). દ્વિદળી ભ્રૂણમાં ભ્રૂણજનનની અવસ્થાઓ દર્શાવે છે. યુગ્મનજ પૂર્વભ્રૂણ (pro-embryo)માં વિકસે છે અને તે ક્રમશઃ ગોળાકાર, હૃદયાકાર અને પુખ્ત ભ્રૂણમાં વિકાસ પામે છે.

લાક્ષણિક દ્વિદળી ભ્રૂણ (આકૃતિ 1.14 a), ભ્રૂણધરી (embryonal axis) અને બે બીજપત્રો (cotyledons) ધરાવે છે. બીજપત્રો ઉપરનો ભ્રૂણધરીનો વિસ્તાર ઉપરાક્ષ (epicotyl) જે ભ્રૂણાગ્ર કે આદિસ્કંધ (plumule) અથવા પ્રકાંડાગ્ર (stemtip)માં પરિણમે છે. બીજપત્રો નીચેનો નળાકાર વિસ્તાર અધરાક્ષ (hypocotyl) છે જે નીચેના છેડે ભ્રૂણમૂળ કે આદિમૂળ (radicle) અથવા મૂલાગ્ર (root tip)માં પરિણમે છે. મૂળના ટોચનો ભાગ મૂળટોપથી આવરિત હોય છે.

એકદળીના ભ્રૂણ (આકૃતિ 1.14 b) માત્ર એક જ બીજપત્ર ધરાવે છે. ઘાસના કુળમાં આવેલ બીજપત્રને વરુથિકા (scutellum) કહે છે; જે ભ્રૂણધરીની એક બાજુ (પાર્શ્વ બાજુ) ગોઠવાયેલ હોય છે. ભ્રૂણધરી તેના નીચેના છેડે ભ્રૂણમૂળ ધરાવે છે અને મૂળટોપ એક અવિભેદિત આવરણથી આવરિત



આકૃતિ 1.14 : (a) લાક્ષણિક દ્વિદળીય ભ્રૂણ
(b) ઘાસના ભ્રૂણનો L.S.



હોય છે જેને **બ્રૂણમૂળચોલ (coleorrhiza)** કહે છે. બ્રૂણધરીનો વરુથિકાના જોડાણથી ઉપરનો ભાગ ઉપરાક્ષ છે. ઉપરાક્ષ પ્રોહાગ્ર અને કેટલાક પર્ણ પ્રદાય (leaf primordia) ધરાવે છે જે પોલા પર્ણ જેવી રચનાઓ (foliar)થી આવરિત હોય છે જેને **બ્રૂણાગ્રચોલ (coleoptile)** કહે છે.

કેટલાંક બીજ (ઘઉં, મકાઈ, વટાણા, ચણા, મગફળી)ને આખી રાત પાણીમાં પલાળો. પછી બીજને ફોલીને બીજ અને બ્રૂણના વિવિધ ભાગોનું અવલોકન કરો.

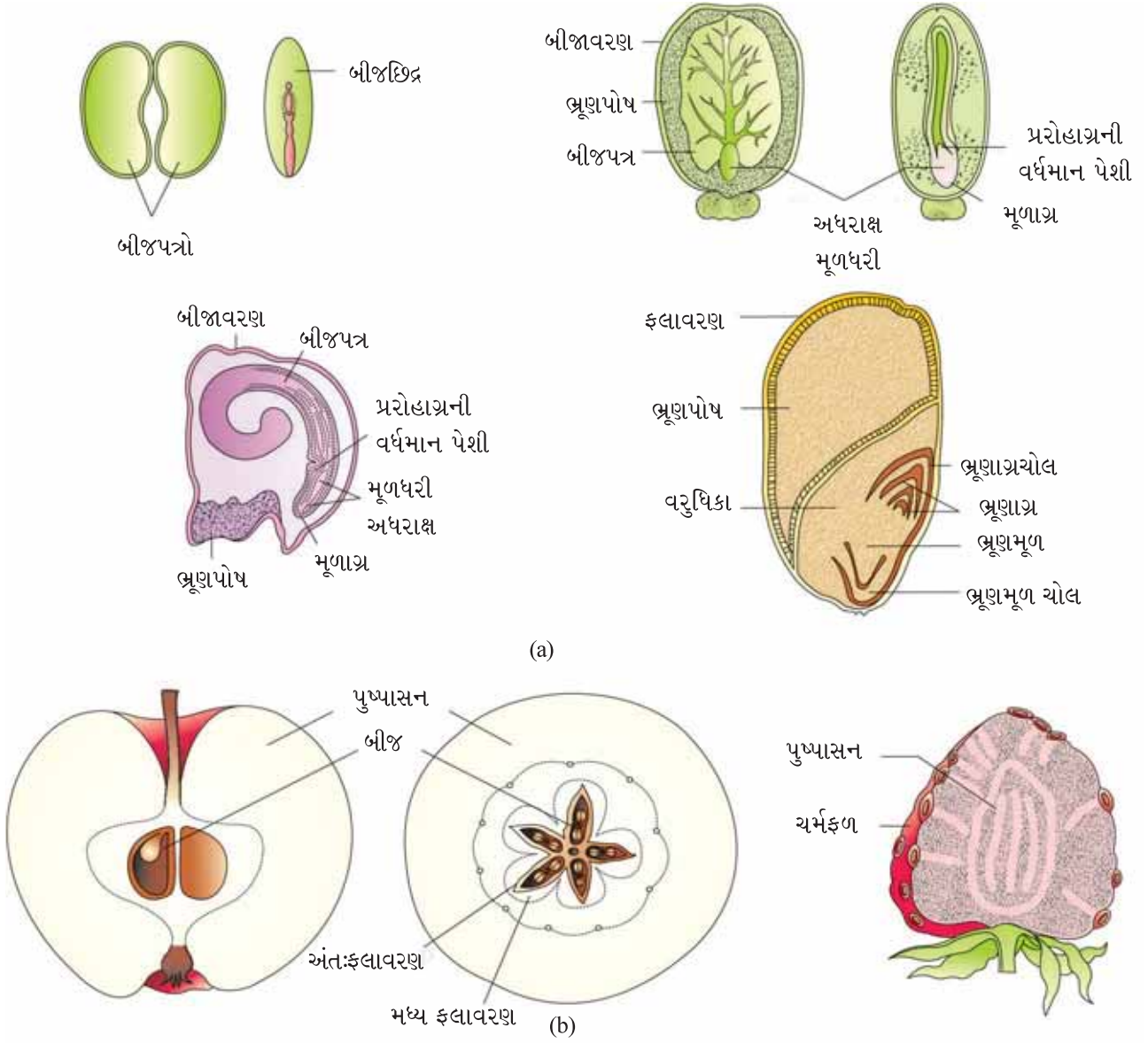
1.4.3 બીજ (Seed)

આવૃત બીજધારીમાં બીજ એ લિંગીપ્રજનનની અંતિમ નીપજ છે. તેને ઘણી વાર ફલિત અંડક તરીકે વર્ણવવામાં આવે છે. બીજ ફળની અંદર નિર્માણ પામે છે. બીજ લાક્ષણિક રીતે બીજાવરણ/બીજાવરણો, બીજપત્ર/બીજપત્રો અને બ્રૂણધરી ધરાવે છે. બ્રૂણના બીજપત્રો (આકૃતિ 1.15 a) સરળ રચના ધરાવે છે. સામાન્ય રીતે તે અનામત ખોરાકનો સંગ્રહ કરવાથી (શિમ્બી કુળમાં) જાડા અને ફૂલેલા હોય છે. પુખ્ત બીજ **આલ્બ્યુમિન વગર (non-albuminous)**ના અથવા **આલ્બ્યુમિનમુક્ત (ex-albuminous)** કે અબ્રૂણપોષી હોય છે. અબ્રૂણપોષી બીજમાં સ્થાયી બ્રૂણપોષ હોતો નથી. કારણ કે, તે બ્રૂણના વિકાસ દરમિયાન સંપૂર્ણ પાણે વપરાઈ જાય છે (દા.ત., વટાણા, મગફળી). **આલ્બ્યુમિનયુક્ત** કે બ્રૂણપોષી બીજ બ્રૂણપોષનો ભાગ જાળવી રાખે છે કારણ કે તે બ્રૂણના વિકાસ દરમિયાન સંપૂર્ણ વપરાઈ જતો નથી (દા.ત., ઘઉં, મકાઈ, જવ, દિવેલા). ક્યારેક કેટલાંક બીજમાં જેમકે કાળા મરી અને બીટમાં પ્રદેહનો કેટલોક ભાગ વપરાયા વગરનો ચિરલગ્ન સ્વરૂપે રહે છે. આવા સ્થાયી ચિરલગ્ન પ્રદેહને **બીજદેહશેષ (perisperm)** કહે છે.

અંડકાવરણો હવે સખત રક્ષણ આપનારાં બીજાવરણો છે (આકૃતિ 1.15 a). અંડકછિદ્ર બીજમાં એક નાના છિદ્ર સ્વરૂપે બીજાવરણમાં રહે છે. તે બીજાંકુરણ દરમિયાન ઓક્સિજન અને પાણીના પ્રવેશ માટે અનુકૂળતા કરી આપે છે. બીજ પુખ્ત બને એટલે તેમાં રહેલ પાણીનું પ્રમાણ ઘટે છે અને બીજ વધુ શુષ્ક [તેના જથ્થા (mass)ના 10-15 % ભેજ] બને છે. બ્રૂણની સામાન્ય ચયાપચયિક ક્રિયાઓ ધીમી પડે છે. બ્રૂણ નિષ્ક્રિય તબક્કામાં પ્રવેશે છે. જેને **સુષુપ્તતા (dormancy)** કહે છે અથવા અનુકૂળ પરિસ્થિતિ (પૂરતો ભેજ, O₂ અને સાનુકૂળ તાપમાન) પ્રાપ્ત થતા તે અંકુરિત થાય છે.

અંડકનું બીજમાં અને બીજાશયનું ફળમાં રૂપાંતર થાય છે એટલે કે અંડકનું બીજમાં અને બીજાશયનું ફળમાં રૂપાંતર થવાની ક્રિયા સાથે-સાથે થાય છે. બીજાશયની દીવાલ ફળની દીવાલમાં વિકાસ પામે છે, જેને **ફલાવરણ (pericarp)** કહે છે. ફળ માંસલ જેમકે જામફળ, નારંગી, કેરી વગેરે અથવા શુષ્ક જેમકે મગફળી અને રાઈમાં હોય તેવા વગેરે છે. ઘણાં ફળોમાં બીજના વિકિરણ માટેની ક્રિયાવિધિ વિકસેલી હોય છે. ફળનું વર્ગીકરણ અને તેમના વિકિરણની ક્રિયાવિધિઓને યાદ કરો જે તમે અગાઉનાં ધોરણોમાં ભણી ગયેલાં છો. *શું બીજાશયમાં અંડકની સંખ્યા અને ફળમાં બીજની સંખ્યા સાથે કોઈ સંબંધ છે ?*

મોટા ભાગની વનસ્પતિઓમાં, સમય જતાં બીજાશયમાંથી ફળનો વિકાસ થાય છે ત્યારે બાકીના પુષ્પીય ભાગો વિઘટન પામીને ખરી પડે છે. પરંતુ, કેટલીક જાતિઓ જેવી કે સફરજન, સ્ટ્રોબેરી, કાજુ વગેરેમાં પુષ્પાસન પણ ફળના નિર્માણમાં ફાળો આપે છે. આવાં ફળોને **ફૂટફળ (false fruit)** કહે છે (આકૃતિ 1.15 b). મોટા ભાગનાં ફળો માત્ર બીજાશયમાંથી જ વિકાસ પામે



આકૃતિ 1.15 : (a) કેટલાંક બીજની રચના (b) સફરજન અને સ્ટ્રોબેરીનાં કૂટફળો

છે અને તેમને સત્યફળ (true fruits) કહે છે. મોટા ભાગની જાતિઓમાં, ફળ એ ફલનનું પરિણામ છે છતાં થોડીક જાતિઓમાં ફળનું નિર્માણ ફલન વગર થાય છે. આવાં ફળોને અફલિત ફળો (parthenocarpic fruits) કહે છે. કેળાં તેનું એક ઉદાહરણ છે. અફલિત ફળ વિકાસ એ વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવોથી પ્રેરી શકાય છે અને આવાં ફળ બીજવિહીન હોય છે.

બીજ એ આવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓમાં કેટલાક લાભ પ્રેરે છે. સૌ પ્રથમ પરાગનયન અને ફલન જેવી પ્રાજનનિક ક્રિયાઓ જે પાણી પર આધારિત નથી, જ્યારે બીજનિર્માણ એ પાણી પર વધુ આધારિત છે. બીજ, નવા વસવાટમાં વિકિરણ પામવા માટે વધુ સારું અનુકૂળ દર્શાવે છે અને જાતિને અન્ય વિસ્તારમાં જમાવટ કરવામાં મદદ કરે છે.



જરૂરિયાત મુજબનો સંચાયાી ખોરાક ધરાવતા હોવાથી અંકુરિત ભ્રૂણ જ્યાં સુધી પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સક્ષમ ન બને ત્યાં સુધી તેને પોષણ પૂરું પાડે છે. બીજનું સખત આવરણ (બીજાવરણ) પુખ્ત ભ્રૂણનું રક્ષણ કરે છે. તેઓ લિંગીપ્રજનનની પેદાશ હોવાથી, નવા જનીનિક સંયોજન સર્જી ભિન્નતા તરફ દોરી જાય છે.

બીજ એ આપણી કૃષિનો પાયો છે. પુખ્ત બીજનું નિર્જલીકરણ (dehydration) અને સુષુપ્તતા પ્રાપ્ત કરવી એ બીજનો સંગ્રહ કરવા માટે અગત્યની બાબત છે. જેથી સમગ્ર વર્ષ દરમિયાન ખોરાક તરીકે તેનો ઉપયોગ કરી શકાય અને આગામી વર્ષોમાં પાક મેળવવા માટે તેને ઉગાડી શકાય. શું તમે બીજની ગેરહાજરીમાં ખેતી (કૃષિ) વિચારી શકો છો ? અથવા બીજની હાજરી કે જેમાં બીજનિર્માણ પછી તરત તે અંકુરિત થાય અને તેમનો સંગ્રહ ન કરી શકાય ?

બીજના વિકિરણ પછી તે કેટલો સમય જીવંત રહી શકે છે ? આ સમયમાં પણ બહુ મોટું જુદાપણું જોવા મળે છે. કેટલીક જાતિઓમાં બીજ થોડાક મહિનામાં પોતાની જીવિતતા (viability) ગુમાવે છે. મોટા ભાગની જાતિઓનાં બીજ વર્ષો સુધી જીવંત રહે છે. કેટલાંક બીજ 100 (સો) વર્ષ કરતાં પણ વધુ વર્ષો સુધી જીવંત રહે છે. ઘણાં જૂનાં હોવા છતાં બીજ જીવંત રહ્યાં હોય તેવા પુરાવા (record) પણ છે. સૌથી જૂનું બીજ લ્યુપાઇન (lupine)નું છે. લ્યુપાઇનસ આર્ક્ટિકસ (*Lupinus arcticus*)ના આર્ક્ટિક ટ્રેન્ચમાં લગભગ 10,000 (દસ હજાર) વર્ષોની સુષુપ્તતા પછી બીજ અંકુરિત થવાના અને તેણે પુષ્પો ઉત્પન્ન કર્યાં છે તેવા અપેક્ષિત પુરાવા છે. તાજેતરમાં 2000 વર્ષ જૂના ખજૂરનાં જીવંત બીજના પુરાવા મળ્યા છે. પુરાતત્ત્વીય ઉત્ખનન દરમિયાન મૃત દરિયા (dead sea) નજીક રાજન હેરોડના મહેલમાં ખજૂરી (*Phoenix dactylifera*) મળી આવી હતી.

સપુષ્પી વનસ્પતિમાં લિંગીપ્રજનનના સંક્ષિપ્ત વર્ણન બાદ, હવે ઘણા પ્રશ્નો પૂછીને આપણે સપુષ્પી વનસ્પતિની પ્રજનન-ક્ષમતા વિશે જાણવાનો પ્રયત્ન કરવો જોઈએ. ભ્રૂણપુટમાં હાજર અંડકોષો (eggs)ની સંખ્યા કેટલી હોય અને એક અંડક (ovule)માં ભ્રૂણપુટની સંખ્યા કેટલી હોય ? એક બીજાશયમાં અંડકની સંખ્યા કેટલી હોય ? એક લાક્ષણિક પુષ્પમાં બીજાશયની સંખ્યા કેટલી હોય ? એક વૃક્ષ પર પુષ્પોની સંખ્યા કેટલી હોય ? અને બીજા ઘણાં બધા...

શું તમે એવી કેટલીક વનસ્પતિનાં નામ વિચારી શકો છો કે જેમના ફળમાં ખૂબ જ મોટી સંખ્યામાં બીજ હોય. ઓર્કિડને આપણે આ શ્રેણીમાં મૂકી શકીએ છીએ અને તેનું દરેક ફળ હજારોની સંખ્યામાં સુક્ષ્મ બીજ ધરાવે છે. આવું જ કેટલીક પરોપજીવી જાતિઓ જેવી કે ઓરોબેન્કી (*Orobanch*) અને સ્ટ્રાઇગા (*Striga*)નાં ફળોમાં જોવા મળે છે. શું તમે વડ (*Ficus*)ના નાના બીજને જોયાં છે ? તેના આટલા નાના બીજમાંથી વડનું કેટલું મોટું વૃક્ષ વિકાસ પામે છે ? એક વડનું વૃક્ષ કેટલાં અબજો (બિલિયન્સ) બીજ સર્જે છે ? શું તમે આવા બીજા કોઈ ઉદાહરણની કલ્પના કરી શકો છો ? જેમાં એક નાની રચનામાંથી વર્ષો પછી એક મોટો જૈવભાર સર્જાય છે.

1.5 અસંયોગીજનન અને બહુભ્રૂણતા (Apomixis and Polyembryony)

સામાન્યતઃ બીજ એ ફલનની અંતિમ નીપજ છે, છતાં એસ્ટરેસી અને ઘાસના કુળની કેટલીક સપુષ્પી વનસ્પતિઓ એક ખાસ પ્રકારની ક્રિયાવિધિ દર્શાવે છે, જેમાં તેઓ ફલન વગર બીજનું નિર્માણ કરે છે જેને અનિર્ભેગતા/ અસંયોગીજનન (apomixis / parthenogenesis) કહે છે. ફલન વગર ફળનિર્માણને શું કહેવાય ? આમ, અસંયોગીજનન એ અલિંગી સ્વરૂપે થાય છે. જેમાં લિંગીપ્રજનનની નકલ કરવામાં આવે છે. અસંયોગી બીજ અનેક રીતે સર્જી શકાય છે. કેટલીક જાતિઓમાં, અર્ધીકરણ વગર દ્વિકીય અંડકોષનું નિર્માણ થાય છે અને ફલન વગર ભ્રૂણમાં વિકાસ પામે છે. ઘણું ખરું લીંબુ અને કેરીની ઘણી જાતો જેવી વનસ્પતિઓમાં ભ્રૂણપુટની આસપાસના પ્રદેહના કેટલાક કોષો વિભાજન પામી, ભ્રૂણપુટમાં ઊપસી આવે છે અને ભ્રૂણમાં પરિણમે છે.



આવી જાતિઓમાં દરેક અંડક ઘણા ભ્રૂણ ધરાવે છે. એક બીજમાં એક કરતાં વધુ ભ્રૂણની હાજરી **બહુભ્રૂણતા (polyembryony)** તરીકે ઓળખાય છે. નારંગીનાં બીજ કાઢો અને તેમને દબાવો (squeeze). દરેક બીજમાં વિવિધ કદ અને આકાર ધરાવતાં ઘણા ભ્રૂણ જોવા મળે છે. દરેક બીજમાં આવેલ ભ્રૂણની ગણતરી કરો. અસંયોગી ભ્રૂણનું જનીનિક વલણ શું છે ? શું તેમને પ્રતિકૃતિ (clones) કહી શકાય ?

આપણા ખોરાક અને શાકભાજીની કેટલીક સંકર જાત (hybrid variety) વિશિષ્ટ રીતે ઉગાડવામાં આવે છે. સંકર જાતથી ઉત્પાદકતા ઘણી ઊંચી જાય છે. સંકર જાતની એક મુશ્કેલી એ છે કે, દર વર્ષે સંકર બીજ ઉત્પન્ન કરવા પડે છે. સંકર જાતમાંથી મેળવેલ બીજને ઉગાડવામાં આવે, તો સંતતિમાં લક્ષણોનું વિશ્લેષણ થઈ જતાં, સંકર લક્ષણો જળવાતાં નથી. સંકર બીજ (hybrid seed)નું ઉત્પાદન મોંઘું છે અને તેથી ખેડૂતો માટે સંકર બીજની કિંમત વધુ પડે છે. જો આવા હાઈબ્રીડને અસંયોગીમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે, તો સંતતિમાં લક્ષણોનું વિશ્લેષણ થતું નથી. જેથી ખેડૂત વર્ષોનાં વર્ષ સુધી સંકર પાક (hybrid crop) મેળવી શકે છે અને દર વર્ષે સંકર બીજ ખરીદવાની જરૂર રહેતી નથી. સંકર બીજ ઉદ્યોગમાં અસંયોગીજનનના મહત્વને કારણે વિશ્વભરની પ્રયોગશાળાઓમાં થઈ રહ્યા છે, અસંયોગીજનનની જનીનિકતા સમજવા અને અસંયોગી જનીનોનું સંકર જાતમાં વહન સમજવા માટે સક્રિય સંશોધનો થઈ રહ્યાં છે.

સારાંશ

આવૃત બીજધારીમાં પુષ્પ, લિંગીપ્રજનનનું સ્થાન છે. પુષ્પમાં, પુંકેસર ચક્ર એ પુંકેસર ધરાવે છે, જે નર પ્રજનનાંગ છે અને સ્ત્રીકેસરથી રચાયેલ સ્ત્રીકેસર ચક્ર એ માદા પ્રજનનાંગનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે.

લાક્ષણિક પરાગાશય દ્વિખંડી, પ્રત્યેક ખંડ દ્વિકોટરીય અને ચતુર્બીજાણુધાનીય (પરાગાશય) છે. પરાગરજ લઘુબીજાણુધાનીમાં સર્જાય છે. લઘુબીજાણુધાની ચાર દીવાલસ્તરો - અધિસ્તર, સ્ફોટીસ્તર, મધ્યસ્તરો અને પોષકસ્તર ધરાવે છે. લઘુબીજાણુધાનીની મધ્યમાં બીજાણુજનક પેશી આવેલી હોય છે. જેના કોષો અર્ધીકરણ (લઘુબીજાણુજનન) દ્વારા લઘુબીજાણુઓનું ચતુષ્ક (પરાગચતુષ્ક) સર્જે છે. સ્વતંત્ર લઘુબીજાણુ પરાગરજમાં પરિણમે છે.

પરાગરજ નર જન્યુજનક પેઢીને (સંતતિ) રજૂ કરે છે. પરાગરજ બે સ્તરીય દીવાલ ધરાવે છે - બાહ્ય અને અંતઃઆવરણ. બાહ્યઆવરણ સ્પોરોપોલેનિનનું બનેલ છે અને જનનછિદ્રો ધરાવે છે. પરાગરજ મુક્ત થાય ત્યારે બે કોષો (એક વાનસ્પતિ કોષ અને એક જનનકોષ) અથવા ત્રણ કોષો (એક વાનસ્પતિક કોષ અને બે નરજન્યુઓ) ધરાવે છે.

સ્ત્રીકેસર ત્રણ ભાગ ધરાવે છે : પરાગાસન, પરાગવાહિની અને બીજાશય. અંડક બીજાશયમાં આવેલા હોય છે. અંડક એ દંડ ધરાવતું અંડનાલ રક્ષણાત્મક અંડાવરણ/અંડકાવરણો અને એક છિદ્ર અંડકછિદ્ર ધરાવે છે. મધ્યસ્થી પેશી પ્રદેહ છે જેમાંથી સ્ત્રીજન્યુધાની વિભેદિત થાય છે. સ્ત્રી બીજાણુકોષ અથવા સ્ત્રી યુગ્મન કોષ (archesporium cell), મહાબીજાણુ માતૃકોષ અર્ધીકરણ દ્વારા વિભાજન પામી અને એક મહાબીજાણુમાંથી ભ્રૂણપુટનું (માદા જન્યુજનક) નિર્માણ કરે છે. પુખ્ત ભ્રૂણપુટ 7-કોષીય અને 8-કોષકેન્દ્રીય રચના છે. અંડછિદ્રીય છેડે આવેલ અંડ પ્રસાધનની રચનામાં



બે સહાયક કોષો અને એક અંડકોષ હોય છે. અંડકતલ ભાગે ત્રણ પ્રતિધ્રુવીય કોષો હોય છે. મધ્ય ભાગે મોટા બે ધ્રુવીય કોષકેન્દ્રો ધરાવતો કેન્દ્રસ્થ/મધ્યસ્થ કોષ હોય છે.

પરાગાશયમાંથી પરાગરજને સ્ત્રીકેસરના પરાગાસન પર સ્થળાંતર કરવાની ક્રિયાને પરાગનયન કહે છે. પરાગવાહકો અજૈવિક (પવન અને પાણી) અથવા જૈવિક (પ્રાણીઓ) હોય છે.

પરાગ-સ્ત્રીકેસર આંતર ક્રિયામાં તમામ ઘટનાઓ જેવી કે પરાગરજનું પરાગાસન પર સ્થાપનથી લઈને પરાગનલિકાનો ભ્રૂણપુટનો પ્રવેશ (જ્યારે પરાગરજ સંગત હોય) અથવા પરાગ અવરોધન (જ્યારે પરાગરજ અસંગત હોય) સંકળાયેલ છે. સંગત પરાગનયનને અનુસરીને, પરાગાસન પર પરાગરજનું અંકુરણ થાય છે અને પરાગનલિકાના સર્જન દ્વારા તે પરાગવાહિનીના માર્ગે અંડકમાં પ્રવેશે છે અને અંતે બે નરજન્યુઓને બે પૈકીના એક સહાયક કોષમાં મુક્ત કરે છે. આવૃત બીજધારીમાં બેવડું ફલન જોવા મળે છે, કારણ કે દરેક ભ્રૂણપુટમાં બે સંલગ્નની ઘટનાઓ થાય છે – જન્યુયુગ્મન અને ત્રિકીય જોડાણ. આ જોડાણના પરિણામે બે નીપજો દ્વિકીય યુગ્મનજ અને ત્રિકીય પ્રાથમિક ભ્રૂણપોષ કોષકેન્દ્ર (પ્રાથમિક ભ્રૂણપોષ કોષમાં) સર્જાય છે. યુગ્મનજમાંથી ભ્રૂણનું નિર્માણ થાય છે અને પ્રાથમિક ભ્રૂણપોષ કોષમાંથી ભ્રૂણપોષ વિકાસ પામે છે. ભ્રૂણપોષનું નિર્માણ હંમેશાં ભ્રૂણના વિકાસ પહેલાં થઈ જાય છે.

વિકાસ પામતો ભ્રૂણ પુખ્તતા પહેલાં વિવિધ અવસ્થાઓ જેવી કે પૂર્વ ભ્રૂણ, ગોળાકાર ભ્રૂણ અને હૃદયાકાર ભ્રૂણમાંથી પસાર થાય છે. પુખ્ત દ્વિદળી ભ્રૂણ બે બીજપત્રો તથા ઉપરાક્ષ અને અધરાક્ષ ધરાવતી ભ્રૂણધરી ધરાવે છે. એકદળી ભ્રૂણ એક જ બીજપત્ર ધરાવે છે. ફલન બાદ, બીજાશય કુળમાં અને અંડક બીજમાં પરિવર્તિત થાય છે.

અસંયોગીજનન પ્રકારની ક્રિયાવિધિ કેટલીક આવૃત બીજધારીઓમાં ખાસ કરીને ઘાસમાં જોવા મળે છે. જેમાં ફલન વગર બીજનું નિર્માણ થાય છે. ઉદ્યાનવિદ્યા અને કૃષિક્ષેત્રે અસંયોગીજનના કેટલાક લાભ છે.

કેટલીક આવૃત બીજધારીઓ તેમનાં બીજમાં એક કરતાં વધારે ભ્રૂણ ધરાવે છે. આ ઘટનાને બહુભ્રૂણતા કહે છે.

સ્વાધ્યાય

1. આવૃત બીજધારી વનસ્પતિના પુષ્પના ભાગોનાં નામ આપો કે જ્યાં નર તેમજ માદા જન્યુજનકનો વિકાસ થાય છે ?
2. લઘુબીજાશુજનન અને મહાબીજાશુજનનની વચ્ચે ભેદ સ્પષ્ટ કરો : આ ઘટનાઓ દરમિયાન કયા પ્રકારનું કોષવિભાજન થાય છે ? આ બંને ઘટનાઓના અંતે નિર્માણ પામતી સંરચનાઓનાં નામ આપો.
3. નીચે આપેલ શબ્દો વિકાસના સાચા ક્રમને આધારે સુવ્યવસ્થિત ગોઠવો : પરાગરજ, બીજાશુજનક પેશી, લઘુબીજાશુચતુષ્ક, પરાગ માતૃકોષ, નર જન્યુઓ.
4. લાક્ષણિક આવૃત બીજધારી વનસ્પતિના અંડકના ભાગો દર્શાવતી સ્પષ્ટ, નામનિર્દેશનયુક્ત આકૃતિ દોરો.
5. માદા જન્યુજનકનો એક બીજાશુક વિકાસ થાય છે એટલે શું ?
6. માદા જન્યુજનકની 7-કોષીય, 8-કોષકેન્દ્રીય પ્રકૃતિને સ્વચ્છ નામનિર્દેશિત આકૃતિ સહ સમજાવો.



7. હવાઈ પુષ્પોનો શો અર્થ છે ? શું સંવૃત પુષ્પોમાં પરપરાગનયન થાય છે ? તમારા જવાબ માટે કારણ આપો.
8. પુષ્પો દ્વારા સ્વ-પરાગનયન રોકવા માટે વિકસાવેલી બે કાર્યપદ્ધતિ જણાવો.
9. સ્વ-અસંગતતા શું છે ? સ્વ-અસંગતતાવાળી જાતિઓમાં સ્વ-પરાગનયન પ્રક્રિયા બીજનિર્માણ સુધી શા માટે પહોંચી શકતી નથી ?
10. કોથળી ચઢાવવી (bagging) તકનીક શું છે ? વનસ્પતિ સંવર્ધન-કાર્યક્રમમાં આ કેવી રીતે ઉપયોગી છે ?
11. ત્રિકીય જોડાણ શું છે ? આ ક્યાં અને કેવી રીતે થાય છે ? ત્રિકીય જોડાણ સાથે સંકળાયેલા કોષકેન્દ્રોનાં નામ આપો.
12. એક ફલિત બીજાંડમાં યુગ્મનજ થોડા સમય માટે સુષુપ્ત રહે છે તે વિશે તમે શું વિચારો છો ?
13. તફાવત આપો :
 - (a) અધરાક્ષ અને ઉપરાક્ષ
 - (b) ભ્રૂણાગ્રચોલ અને ભ્રૂણમૂળચોલ
 - (c) અંડકાવરણ અને બાહ્ય બીજાવરણ
 - (d) બીજદેહલેષ અને ફલાવરણ
14. સફરજનને કૂટફળ કેમ કહે છે ? પુષ્પનો કયો ભાગ / ભાગો ફળની રચના કરે છે ?
15. વંધીકરણનો અર્થ શું છે ? ક્યારે અને શા માટે વનસ્પતિ સંવર્ધક આ તકનીકને અપનાવે છે ?
16. જો કોઈ વ્યક્તિ વૃદ્ધિકારકોના ઉપયોગ દ્વારા અસંયોગીજનન પ્રેરે છે – તો આ પ્રેરિત અસંયોગીજનન માટે તમે કયું ફળ પસંદ કરશો ? શા માટે ?
17. પરાગરજની દીવાલની રચનામાં પોષકસ્તરની ભૂમિકા સમજાવો.
18. અસંયોગીજનન શું છે અને તેનું મહત્ત્વ શું છે ?



પ્રકરણ 2

માનવ પ્રજનન

(Human Reproduction)

2.1 નર પ્રજનનતંત્ર

2.2 માદા પ્રજનનતંત્ર

2.3 જન્યુજનન

2.4 ઋતુચક્ર

2.5 ફલન અને ગર્ભ-સ્થાપન

2.6 ગર્ભધારણ (ગર્ભાવસ્થા) અને ગર્ભાધિ વિકાસ

2.7 પ્રસૂતિ અને દુગ્ધસ્રાવ

તમે જાણો છો કે માનવ લિંગીપ્રજનન કરતા અને અપત્યપ્રસવી છે. માનવ પ્રજનનીક ઘટનાઓમાં જનનકોષોનું નિર્માણ (gametogenesis); એટલે કે નરમાં શુક્રકોષો અને માદામાં અંડકોષો. શુક્રકોષોને માદાના જનનમાર્ગમાં દાખલ કરવા (insemination) તથા નર અને માદા જનનકોષોનું જોડાણ (ફલન-fertilisation) જે ફલિતાંડના નિર્માણ તરફ દોરી જાય છે. જે ગર્ભકોષ કોથળી (blastocyst)નું નિર્માણ અને વિકાસ, તેનું ગર્ભાશય (uterine)ની દીવાલ સાથે જોડાવવું-ગર્ભસ્થાપન (implantation), ગર્ભવિકાસ (gestation) અને બાળકનો જન્મ-પ્રસૂતિ (parturition)ને અનુસરે છે. તમે અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છો કે, આ પ્રજનનીક ઘટનાઓ યૌવનારંભ (puberty) બાદ થતી જોવા મળે છે. નર અને માદામાં પ્રજનનીક ઘટનાઓમાં નોંધપાત્ર તફાવત જોવા મળે છે. દા.ત., શુક્રકોષનું નિર્માણ વૃદ્ધ પુરુષોમાં પણ ચાલુ હોય છે, પરંતુ અંડકોષનું નિર્માણ સ્ત્રીઓમાં 50 વર્ષની વય આસપાસ સ્થગિત થઈ જાય છે. ચાલો, માનવમાં નર અને માદા પ્રજનનતંત્રનો અભ્યાસ કરીએ.

2.1 નર પ્રજનનતંત્ર (The Male Reproductive System)

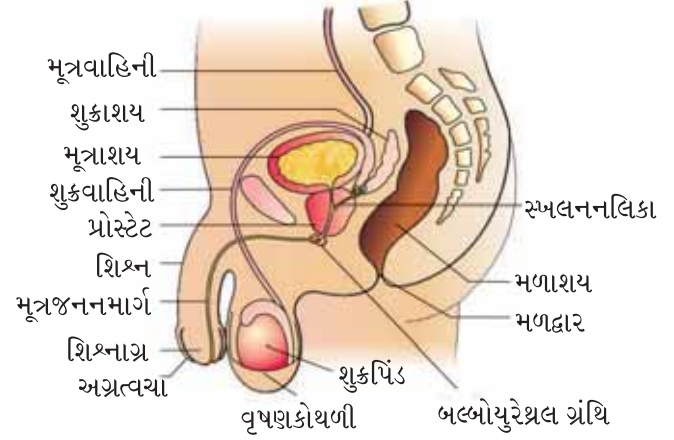
નર પ્રજનનતંત્ર નિતંબ (pelvis) પ્રદેશમાં સ્થાન પામેલ છે (આકૃતિ 2.1 (a)). તેમાં શુક્રપિંડની એક જોડની સાથોસાથ સહાયક નલિકાઓ, ગ્રંથિઓ અને બાહ્ય જનનેન્દ્રિયોનો સમાવેશ થાય છે.



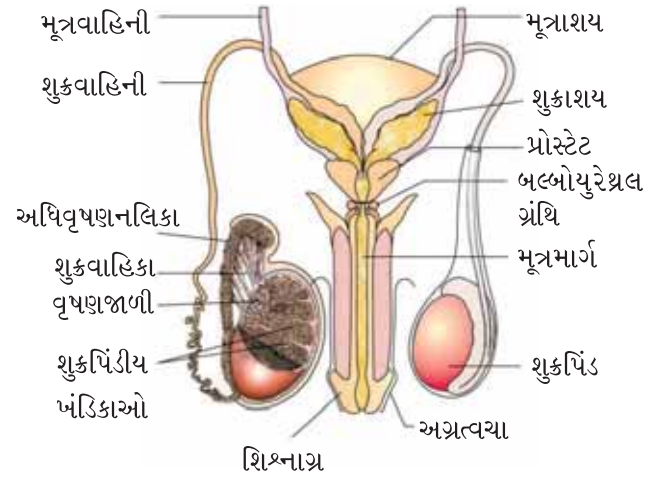
શુક્રપિંડો ઉદર ગુહાની બહાર રહેલી કોથળી કે જેને વૃષણકોથળી (scrotum) કહે છે તેમાં આવેલાં હોય છે. વૃષણકોથળી શુક્રકોષજનન માટે જરૂરી શુક્રપિંડોનું નીચું તાપમાન (શરીરના સામાન્ય તાપમાન કરતાં $2 - 2.5^{\circ} \text{C}$ નીચું) જાળવવામાં મદદ કરે છે. પુખ્તમાં દરેક શુક્રપિંડ અંડાકાર, આશરે 4થી 5 સેમી લાંબું અને આશરે 2થી 3 સેમી પહોળું હોય છે. શુક્રપિંડો સઘન આવરણ વડે આવરિત હોય છે. દરેક શુક્રપિંડ આશરે 250 ખંડો ધરાવે છે. જેને શુક્રપિંડીય ખંડિકાઓ (testicular lobules) કહે છે (આકૃતિ 2.1 (b)).

દરેક ખંડિકા એકથી ત્રણ, ખૂબ જ ગુંચળામય શુક્રત્પાદક નલિકાઓ (seminiferous tubules) ધરાવે છે, કે જેમાં શુક્રકોષો ઉત્પન્ન થાય છે. દરેક શુક્રત્પાદક નલિકા તેની અંદરની બાજુ પર બે પ્રકારના કોષો ધરાવે છે જેને નર જનનકોષો (male germ cells) કે આદિ શુક્રકોષો (spermatogonia) અને સરટોલી કોષો (sertoli cells) કહે છે (આકૃતિ 2.2). નર જનનકોષો અર્ધીકરણને અંતે શુક્રકોષના નિર્માણ તરફ દોરાય જાય છે, જ્યારે સરટોલી કોષો જનનકોષોને પોષણ પૂરું પાડે છે. શુક્રત્પાદક નલિકાઓના બહારના ભાગને આંતરાલીય અવકાશ (interstitial spaces) કહે છે, જે નાની રુધિરવાહિનીઓ અને આંતરાલીય કોષો (interstitial cells) અથવા લેડિગ કોષો (Leydig cells) ધરાવે છે (આકૃતિ 2.2). લેડિગ કોષો એન્ડ્રોજન્સ (androgens)થી ઓળખાતા શુક્રપિંડીય અંતઃસ્રાવોનું સંશ્લેષણ અને સ્રાવ કરે છે. અહીં રોગપ્રતિરક્ષા માટે સક્ષમ અન્ય કોષો પણ હાજર હોય છે.

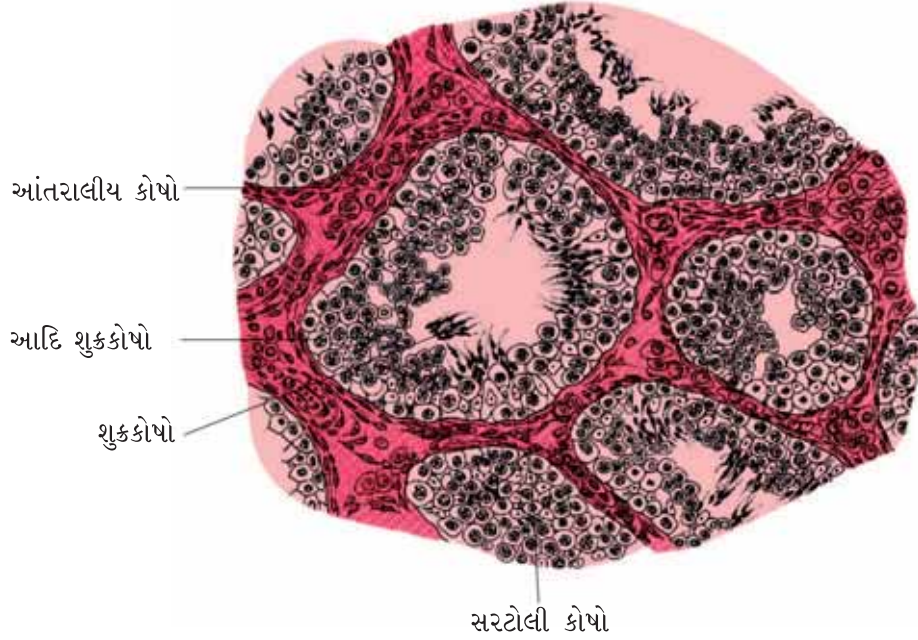
નરમાં પ્રજનન સહાયક નલિકાઓમાં વૃષણજાળ (rete testis), શુક્રવાહિકાઓ (vasa efferentia), અધિવૃષણ નલિકા (epididymis) અને શુક્રવાહિની (vas deferens)નો સમાવેશ થાય છે (આકૃતિ 2.1 b). શુક્રપિંડની શુક્રત્પાદક નલિકાઓ, વૃષણજાળ મારફતે શુક્રવાહિકાઓમાં ખૂલે છે. શુક્રવાહિકાઓ શુક્રપિંડમાંથી બહાર આવી અને દરેક શુક્રપિંડોની પશ્ચ સપાટીએ સ્થાન પામેલ અધિવૃષણ નલિકામાં ખૂલે છે. અધિવૃષણ નલિકા ઉદરમાં ઉપરની તરફ શુક્રવાહિની તરીકે આગળ વધે છે અને મૂત્રાશયની ઉપર પાશ (loops) બનાવે છે. તેની સાથે શુકાશય (seminal vesicle)ની નલિકાઓ જોડાઈ મૂત્રમાર્ગ (urethra)માં સ્ખલનનલિકા તરીકે ખૂલે છે (આકૃતિ 2.1 (a)). આ નલિકાઓ શુક્રકોષોનો સંગ્રહ અને શુક્રપિંડોથી મૂત્રમાર્ગ દ્વારા બહારની તરફ વહન કરાવે છે. મૂત્રમાર્ગ મૂત્રાશયમાંથી ઉદ્ભવે છે અને શિશ્ન દ્વારા આગળ વધી મૂત્રમાર્ગ મુખ (urethral meatus)થી ઓળખાતા છિદ્ર દ્વારા બહાર ખૂલે છે.



આકૃતિ 2.1 (a) : પ્રજનનતંત્ર દર્શાવતી નર નિતંબ (પ્રદેશના પેલ્વિસ)ના છેદની રેખાકૃતિ



આકૃતિ 2.1 (b) : નર-પ્રજનનતંત્રની રેખાકૃતિ (આંતરિક રચનાઓ દર્શાવતો શુક્રપિંડનો ખુલ્લો ભાગ)



આકૃતિ 2.2 : શુક્રઉત્પાદક નલિકાનો છેદ દર્શાવતી રેખાકૃતિ

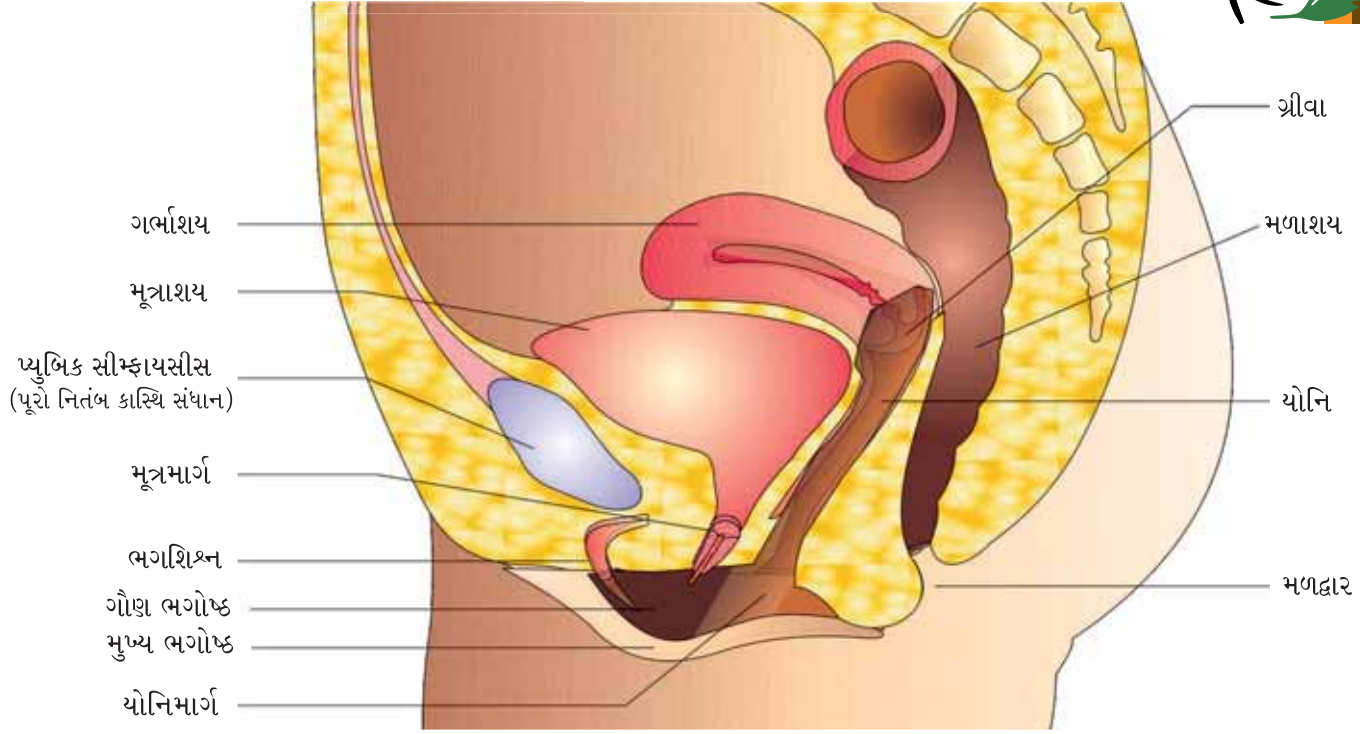
શિશ્ન એ નરનું બાહ્ય જનનાંગ છે (આકૃતિ 2.1 (a), (b)). તે વિશિષ્ટ પેશીઓથી બનેલ છે જે તેને ઉત્થાન અને વીર્યદાન (insemination)ની સાનુકૂળતા કરી આપે છે. શિશ્નના પહોળા છેડાને શિશ્નાગ્ર (glans penis) કહે છે જે અગ્રત્વચા (foreskin)થી ઓળખાતી શિથિલ ગડીમય ત્વચા દ્વારા આવરિત હોય છે.

નર સહાયક ગ્રંથિઓ (આકૃતિ 2.1 (a), (b))માં એક જોડ શુક્રાશય એક પ્રોસ્ટેટ અને એક જોડ બલ્બોયુરેથ્રલ ગ્રંથિઓનો સમાવેશ થાય છે. આ ગ્રંથિઓનો સ્રાવ શુક્રાશય રસ (seminal plasma) બનાવે છે કે જે ફ્રુક્ટોઝ, કેલ્શિયમ અને કેટલાક ઉત્સેચકોથી સભર હોય છે. બલ્બોયુરેથ્રલ ગ્રંથિઓનો સ્રાવ શિશ્નના સ્નિગ્ધ થવામાં પણ મદદ કરે છે.

2.2 માદા પ્રજનનતંત્ર (The Female Reproductive System)

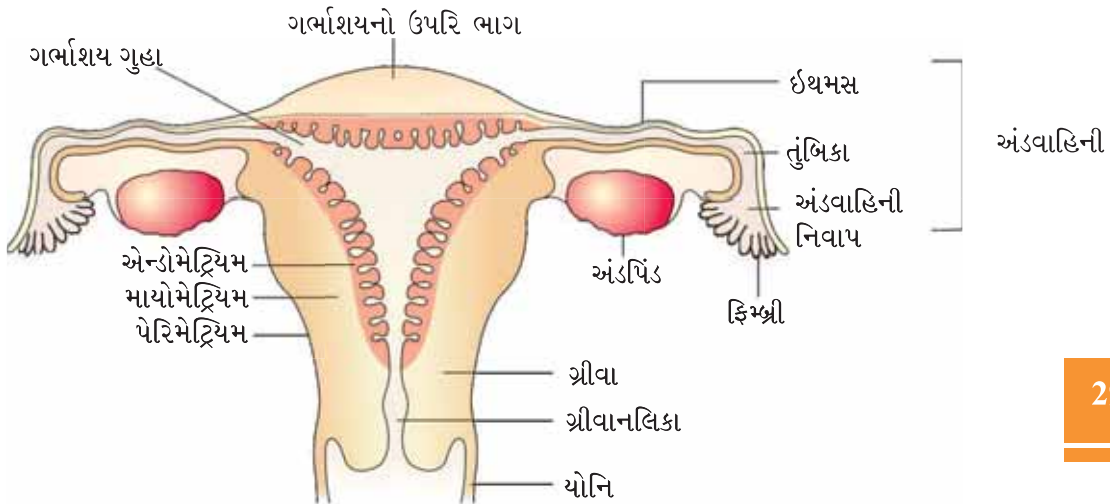
માદા પ્રજનનતંત્ર નિતંબ પ્રદેશમાં આવેલું છે જે એક જોડ અંડપિંડો અને તેની સાથે એક જોડ અંડવાહિનીઓ, ગર્ભાશય, ગ્રીવા, યોનિમાર્ગ અને બાહ્ય જનનેન્દ્રિયો (external genitalia) ધરાવે છે (આકૃતિ 2.3 (a)). તંત્રના આ ભાગોની સાથે એક જોડ સ્તનગ્રંથિઓ રચનાત્મક અને ક્રિયાત્મક રીતે સંકળાયેલ છે. આ તમામ અંડકોષપાત (ovulation), ફલન, ગર્ભધારણ, જન્મ અને બાળસંભાળની પ્રક્રિયાઓને મદદરૂપ થાય છે.

અંડપિંડો માદા-જનનકોષ (અંડકોષ) અને ઘણાં સ્ટિરોઈડ અંતઃસ્રાવો (અંડપિંડીય અંતઃસ્રાવો) ઉત્પન્ન કરતાં મુખ્ય માદા જાતીય અંગો છે. અંડપિંડો ઉદરના નીચેના ભાગે દરેક બાજુએ એક-એક ગોઠવાયેલ છે (આકૃતિ 2.3 (b)). દરેક અંડપિંડ આશરે 2થી 4 સેમી લાંબું અને નિતંબની દીવાલ (pelvic wall) તેમજ ગર્ભાશય (uterus) સાથે અસ્થિબંધ (ligaments) દ્વારા સંપર્કમાં (જોડાયેલ) હોય છે. દરેક અંડપિંડ પાતળા અધિચ્છદીય આવરણ દ્વારા આવરિત હોય છે જે અંડપિંડીય આધારક (stroma)ને આવરે છે. આધારક બે વિસ્તારમાં વિભાજિત થાય છે : પરિઘવર્તી બાહ્યક અને અંદરનું મજ્જક.



આકૃતિ 2.3 (a) : પ્રજનનતંત્ર દર્શાવતી માદાના નિતંબ (pelvis)ના છેદની રેખાકૃતિ

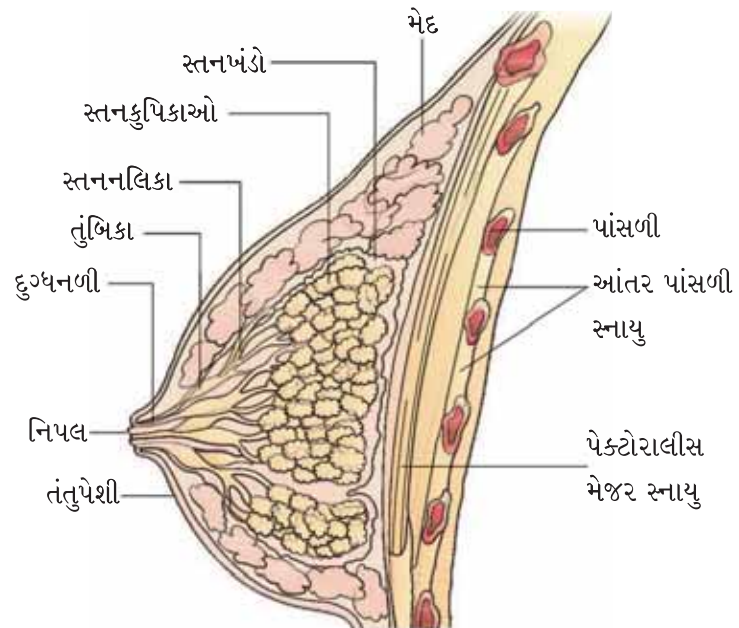
અંડવાહિનીઓ (fallopian tubes), ગર્ભાશય અને યોનિમાર્ગ મળી માદા સહાયક નલિકાઓ બનાવે છે. અંડપિંડના પરિઘ વિસ્તારથી ગર્ભાશય સુધી લંબાયેલ દરેક અંડવાહિની (ગર્ભાશયની નળી) આશરે 10-12 સેમી લાંબી હોય છે (આકૃતિ 2.3 (b)), તેના અંડપિંડની નજીક રહેલ ગળણી આકારના ભાગને અંડવાહિની નિવાપ (infundibulum) કહે છે. અંડવાહિની નિવાપની કિનારીઓ આંગળી જેવા પ્રવર્ધો ધરાવે છે જેને ફિમ્બ્રી (fimbriae) કહે છે, જે અંડપાત બાદ મુક્ત થતા અંડકોષને એકત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે. અંડવાહિની નિવાપ, તુંબિકા (ampulla)થી ઓળખાતા અંડવાહિનીના પહોળા ભાગ તરફ દોરાઈ જાય છે. અંડવાહિનીનો અંતિમ ભાગ, ઈથમસ (isthmus) સાંકડું પોલાણ ધરાવે છે અને તે ગર્ભાશય સાથે જોડાય છે.



આકૃતિ 2.3 (b) : માદા-પ્રજનનતંત્ર દર્શાવતા છેદની રેખાકૃતિ

ગર્ભાશય એક જ હોય છે અને તેને **કૂખ (womb)** પણ કહે છે. ગર્ભાશયનો આકાર ઊંધા નાસપતિ (pear) જેવો હોય છે. તે નિતંબની દીવાલ સાથે જોડાયેલ અસ્થિબંધ દ્વારા આધાર પામેલ હોય છે. ગર્ભાશય, યોનિમાર્ગમાં સાંકડી ગ્રીવા દ્વારા ખૂલે છે. ગ્રીવાની ગુહાને **ગ્રીવાનળી (cervical canal)** કહે છે (આકૃતિ 2.3 (b)), જે યોનિમાર્ગ સાથે મળીને જન્મનળી (birth canal) બનાવે છે. ગર્ભાશયની દીવાલ પેશીના ત્રણ સ્તરો ધરાવે છે. બાહ્ય પાતળું સ્તર **પેરિમેટ્રિયમ (perimetrium)**, મધ્યનું અરેખિત (સરળ) સ્નાયુઓનું જાડું સ્તર **માયોમેટ્રિયમ (myometrium)** અને અંદરના ગ્રંથિય સ્તરને **એન્ડોમેટ્રિયમ (endometrium)** કહે છે કે જે ગર્ભાશય ગુહાનું અસ્તર બનાવે છે. એન્ડોમેટ્રિયમ ઋતુચક દરમિયાન ચક્રીય ફેરફારમાંથી પસાર થાય છે. જ્યારે માયોમેટ્રિયમ બાળકના પ્રસવ દરમિયાન મજબૂત સંકોચન દર્શાવે છે.

માદામાં બાહ્ય જનનેન્દ્રિયોમાં **મોન્સ પ્યુબિસ (mons pubis)**, **મુખ્ય ભગોષ્ઠ (labia majora)**, **ગૌણ ભગોષ્ઠ (labia minora)**, **યોનિપટલ (hymen)** અને **ભગશિશ્ન (clitoris)** (આકૃતિ 2.3 (a))નો સમાવેશ થાય છે. મોન્સ પ્યુબિસ એ મેદ પેશીની બનેલી ત્વચા દ્વારા આવરિત અને પ્યુબિક વાળ ધરાવતી ગાદી જેવી રચના છે. મુખ્ય ભગોષ્ઠ એ પેશીની માંસલ ગડીઓ છે જે મોન્સ પ્યુબિસથી નીચે સુધી લંબાયેલી અને યોનિમાર્ગના મુખને ઘેરતી રચના છે. ગૌણ ભગોષ્ઠ એ મુખ્ય ભગોષ્ઠની નીચે આવેલ એક જોડ પેશીમય ગડીઓ છે. યોનિમાર્ગનું મુખ એક કલા દ્વારા ઘણી વાર અંશતઃ આવરિત હોય છે, જેને યોનિપટલ (hymen) કહે છે. ભગશિશ્ન એ નાની આંગળી જેવી રચના છે જે મૂત્રમાર્ગના મુખની ઉપર બે ગૌણ ભગોષ્ઠના ઊપરી જોડાણ સ્થાને આવેલ છે. યોનિપટલ ઘણી વાર પ્રથમ મૈથુન (coitus) કે સમાગમ (intercourse) દરમિયાન ફાટી જાય છે. જોકે, તે અચાનક પડવાથી અથવા આંચકો લાગવાથી, યોનિ ટેમ્પોન (vaginal tempon – ઋતુચક દરમિયાન યોનિમાર્ગના ઋતુપ્રવાહને શોષવા માટેનું દાક્તરી સાધન) દાખલ કરતી વખતે, કેટલીક રમતો જેવી કે ઘોડેસવારી, સાઈકલ-સવારી વગેરેમાં સક્રિય ભાગ લેવાથી પણ તૂટી શકે છે. કેટલીક સ્ત્રીઓમાં યોનિપટલ મૈથુન બાદ પણ જળવાઈ રહે છે. હકીકતમાં યોનિપટલની હાજરી અથવા ગેરહાજરીને કૌમાર્ય (virginity) અથવા જાતીય અનુભવ (sexual experience)ને વાસ્તવિક, ભરોસાપાત્ર સૂચક માનવામાં આવતું નથી.



આકૃતિ 2.4 : સ્તનગ્રંથિ દર્શાવતા છેદની રેખાકૃતિ



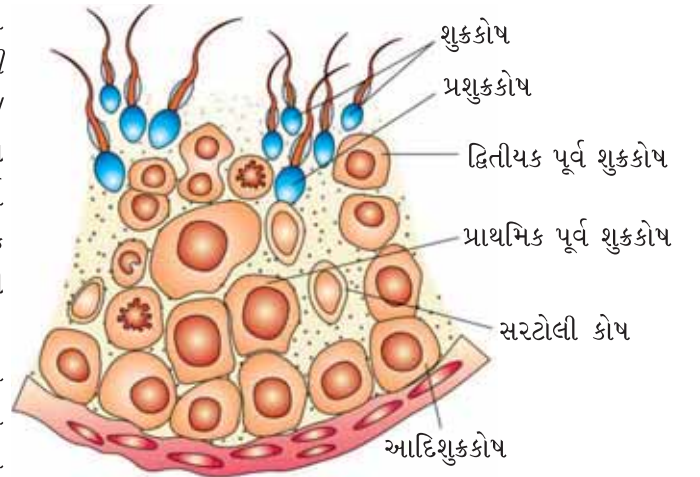
ક્રિયાશીલ સ્તનગ્રંથિ (સ્તન) એ બધા જ માદા સસ્તનોની લાક્ષણિકતા છે. સ્તનગ્રંથિઓ ગ્રંથિમય પેશી અને ભિન્ન માત્રામાં ચરબી (fat) ધરાવતી જોડમાં આવેલ રચના છે. પ્રત્યેક સ્તનની ગ્રંથિમય પેશી 15-20 સ્તનખંડોમાં વહેંચાયેલી છે કે જે કૂપિકાથી ઓળખાતા કોષોના સમૂહો ધરાવે છે (આકૃતિ 2.4). કૂપિકાના કોષો દ્વારા સ્રવતું દૂધ, કૂપિકાના પોલાણ (ગુહા)માં સંગ્રહ પામે છે. કૂપિકા સ્તનનલિકાઓમાં ખૂલે છે. દરેક ખંડની નલિકાઓ ભેગી મળી સ્તનવાહિની બનાવે છે. ઘણી સ્તનવાહિનીઓ ભેગી મળી પહોળી સ્તનતુંબિકા બનાવે છે જે દુગ્ધવાહિની (lactiferous duct) સાથે જોડાયેલ છે, કે જેના દ્વારા શોષવાથી દૂધ બહાર નીકળે છે.

2.3 જન્યુજનન (Gametogenesis)

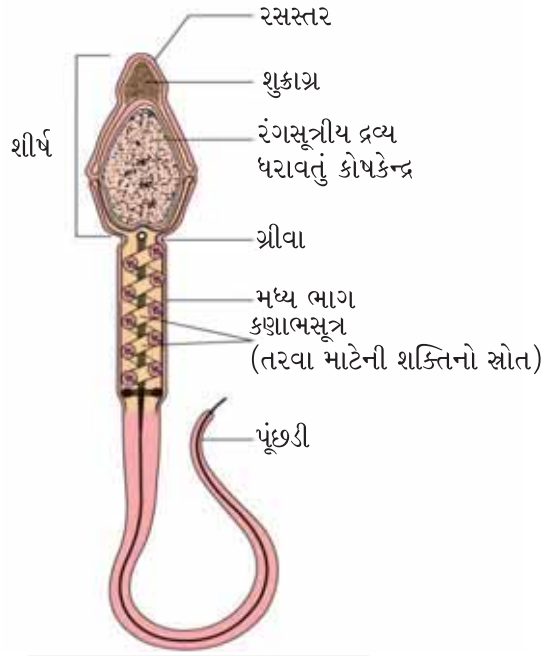
મુખ્ય પ્રજનન અંગો નરમાં શુક્રપિંડો અને માદામાં અંડપિંડો જન્યુજનન તરીકે ઓળખાતી પ્રક્રિયા દ્વારા - જનનકોષો ઉત્પન્ન કરે છે, એટલે કે અનુક્રમે શુક્રકોષો અને અંડકોષો ઉત્પન્ન કરે છે. શુક્રપિંડમાં અપરિપક્વ નર જનનકોષો (આદિ શુક્રકોષો) એ શુક્રકોષજનન (spermatogenesis) દ્વારા શુક્રકોષો ઉત્પન્ન કરે છે. તે યૌવનારંભ (puberty)થી શરૂ થાય છે. આદિશુક્રકોષો [એકવચન-આદિશુક્રકોષ (spermatogonium)] શુક્રઉત્પાદક નલિકાઓ (seminiferous tubules)ની દીવાલની અંદર જોવા મળે છે. જે સમસૂત્રીભાજન (mitotic division) દ્વારા ગુણન પામી અને સંખ્યામાં વધે છે. દરેક આદિશુક્રકોષ દ્વિતીય હોય છે અને 46 રંગસૂત્રો ધરાવે છે. પ્રાથમિક પૂર્વ શુક્રકોષો (primary spermatocytes) કહેવાતા કેટલાક આદિશુક્રકોષો સમયાંતરે અર્ધાકરણ પામે છે. પ્રાથમિક પૂર્વ શુક્રકોષ પ્રથમ અર્ધસૂત્રીભાજન પૂર્ણ કરી બે સરખા (સમાન), એકકીય કોષોનું નિર્માણ કરે છે જેને દ્વિતીયક પૂર્વ શુક્રકોષો (secondary spermatocytes) કહે છે, જે દરેક ફક્ત 23 રંગસૂત્રો ધરાવે છે. દ્વિતીયક પૂર્વ શુક્રકોષો દ્વિતીયક અર્ધસૂત્રીભાજનમાં પ્રવેશી ચાર સમાન એકકીય પ્રશુક્રકોષો (spermatids) ઉત્પન્ન કરે છે (આકૃતિ 2.5). પ્રશુક્રકોષોમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા કેટલી હશે? પ્રશુક્રકોષો, શુક્રકોષો [spermatozoa/sperms]]માં રૂપાંતરિત થાય છે. આ પ્રક્રિયાને શુક્રકાયાંતરણ (spermiogenesis) કહે છે. શુક્રકાયાંતરણ બાદ, શુક્રકોષનું શીર્ષ સરટોલી કોષોમાં અંતઃસ્થાપિત થાય છે અને અંતે શુક્રઉત્પાદક નલિકાઓમાંથી મુક્ત થાય છે. આ પ્રક્રિયાને શુક્રકોષ મુક્ત થવાની ક્રિયા (spermiation) કહે છે.

શુક્રકોષજનનની શરૂઆત યૌવનારંભની ઉંમરે ગોનેડોટ્રોપિન રીલિઝિંગ અંતઃસ્રાવ (GnRH)ના સ્રાવમાં નોંધપાત્ર વધારો થવાથી થાય છે. તમે યાદ કરો, તે હાયપોથેલેમિક અંતઃસ્રાવ છે. GnRHના સ્તરમાં વધારો અગ્રપિટ્યુટરી ગ્રંથિને અસર કરી અને બે ગોનેડોટ્રોપિન અંતઃસ્રાવો : લ્યુટિનાઇઝિંગ અંતઃસ્રાવ (LH) અને ફોલિકલ સ્ટિમ્યુલેટિંગ અંતઃસ્રાવ (FSH)ના સ્રાવને ઉત્તેજે છે. LH લેડિંગ કોષો ઉપર કાર્ય કરે છે અને એન્ડ્રોજન્સના સંશ્લેષણ અને સ્રાવને ઉત્તેજે છે. એન્ડ્રોજન્સ, શુક્રકોષજનનની પ્રક્રિયાને ઉત્તેજે છે. FSH, સરટોલી કોષો ઉપર કાર્ય કરે છે અને શુક્રકાયાંતરણની પ્રક્રિયામાં મદદ કરતા કેટલાક કારકોના સ્રાવને ઉત્તેજે છે.

ચાલો, શુક્રકોષની રચનાને તપાસીએ. તે શીર્ષ, ગ્રીવા, મધ્ય ભાગ અને પૂંછડીથી બનેલ સૂક્ષ્મદર્શિય રચના છે (આકૃતિ 2.6). રસપટલ શુક્રકોષના સમગ્ર દેહને આવરે છે. શુક્રકોષનું શીર્ષ



આકૃતિ 2.5 : વિસ્તૃત કરેલ શુક્રઉત્પાદક નલિકાનો છેદ દર્શાવતી રેખાકૃતિ



આકૃતિ 2.6 : શુક્રકોષની રચના

લંબાયેલ એકકીય કોષકેન્દ્ર ધરાવે છે, તેનો અગ્ર છેડો ટોપી જેવી રચના **શુક્રાગ્ર (acrosome)**થી ઘેરાયેલ હોય છે. શુક્રાગ્ર અંડકોષને ફલિત કરવામાં મદદ કરતા ઉત્સેચકોથી ભરેલ હોય છે. મધ્ય ભાગ અસંખ્ય કણાભસૂત્રો ધરાવે છે, જે પૂંછડીના હલનચલન માટે શક્તિ ઉત્પન્ન કરે છે તથા ફલન માટે જરૂરી શુક્રકોષની ચલિતતા માટેની સાનુકૂળતા પૂરી પાડે છે. મૈથુન દરમિયાન પુરુષ લગભગ 200 થી 300 મિલિયન જેટલા શુક્રકોષોનો ત્યાગ (સ્ખલન) કરે છે. જેમાંથી સામાન્ય પ્રજનન-ક્ષમતા માટે ઓછામાં ઓછા 60 % શુક્રકોષો સામાન્ય આકાર અને કદના હોવા જોઈએ તથા તે પૈકીના ઓછામાં ઓછા 40 % શુક્રકોષો શક્તિશાળી હલનચલન દર્શાવતા હોવા જોઈએ.

શુક્રઉત્પાદક નલિકાઓમાંથી મુક્ત થતા શુક્રકોષો, સહાયક નલિકાઓ દ્વારા વહન પામે છે. શુક્રકોષોની પરિપક્વતા અને ગતિશીલતા માટે અધિવૃષ્ણનલિકા, શુક્રવાહિનીઓ, શુક્રાશય અને પ્રોસ્ટેટગ્રંથિનો સ્રાવ આવશ્યક છે. શુક્રાશય રસ (seminal plasma), શુક્રકોષો સાથે મળી **વીર્ય (semen)** બનાવે છે. નર સહાયક પ્રજનન નળીઓ અને ગ્રંથિઓનાં

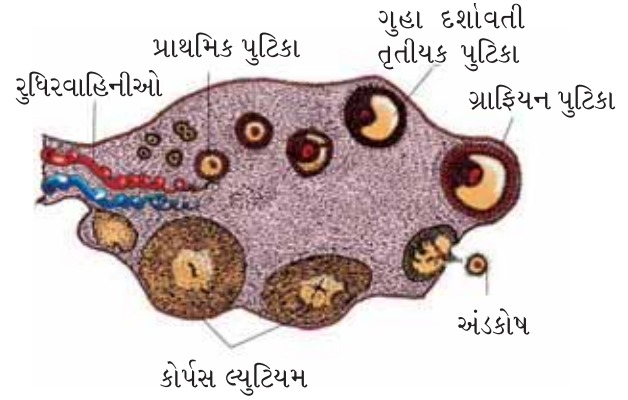
કાર્યોનું નિયમન શુક્રપિંડીય અંતઃસ્રાવો (એન્ડ્રોજન્સ) દ્વારા થાય છે.

પરિપક્વ માદા જનનકોષના નિર્માણની પ્રક્રિયાને **અંડકોષજનન (oogenesis)** કહે છે, જે સ્પષ્ટપણે શુક્રકોષજનનથી જુદી પડે છે. ગર્ભવિકાસ દરમિયાન અંડકોષજનનની શરૂઆત થાય છે કે, જ્યારે દરેક ગર્ભાવધિ અંડપિંડમાંથી લાખો **જનન માતૃકોષો (oogonia – આદિ પૂર્વ અંડકોષ)** નિર્માણ પામે છે. જન્મ બાદ વધારાના આદિ પૂર્વ અંડકોષ નિર્માણ પામતા નથી અને ઉમેરાતા પણ નથી. આ કોષો વિભાજન પામવાનું શરૂ કરે છે અને અર્ધીકરણની પૂર્વાવસ્થાનાં પ્રવેશ કરે છે અને હંગામી ધોરણે આ અવસ્થામાં અવરોધિત (સ્થાયી) રહે છે જેને **પ્રાથમિક પૂર્વ અંડકોષ (primary oocytes)** કહે છે. દરેક પ્રાથમિક પૂર્વ અંડકોષ ત્યાર બાદ ગ્રંથિય કોષોના સ્તર દ્વારા ઘેરાય છે અને તેને **પ્રાથમિક પુટિકા (primary follicle)** કહે છે (આકૃતિ 2.7). મોટી સંખ્યામાં આ પુટિકાઓ જન્મથી યૌવનારંભ અવસ્થા દરમિયાન વિઘટન પામે છે. આથી જ યૌવનારંભમાં દરેક અંડપિંડમાં ફક્ત 60,000–80,000 પ્રાથમિક અંડ પુટિકાઓ બાકી રહે છે. પ્રાથમિક પુટિકાઓ ગ્રંથિય કોષો અને નવા ઘણા સ્તરો (theca-આવરણ)થી આવરિત થાય છે જેને **દ્વિતીયક પુટિકાઓ** કહે છે.

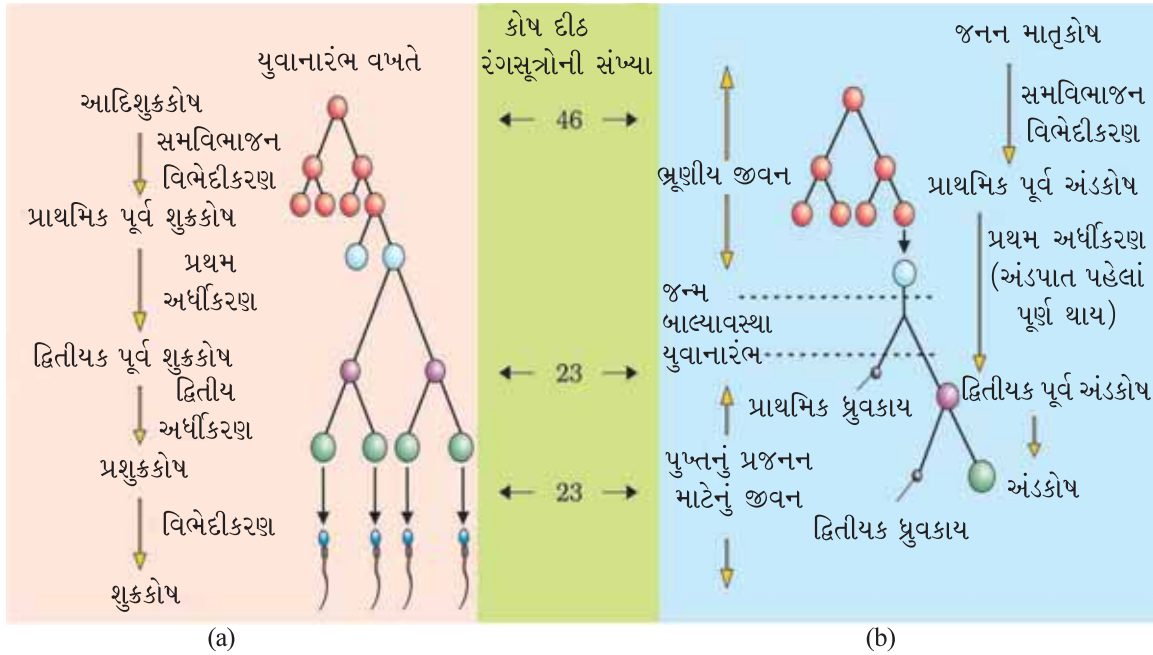
દ્વિતીયક પુટિકાઓ તરત જ તૃતીયક પુટિકામાં ફેરવાય છે કે જે **એન્ટ્રમ (antrum)** કહેવાતી પ્રવાહી ભરેલ ગુહા ધરાવે છે જે તેની લાક્ષણિકતા છે. હવે અંદરનું સ્તર અંતઃઆવરણમાં અને બહારનું સ્તર બાહ્ય આવરણમાં ફેરવાય છે. અહીં તમારું ધ્યાન ખેંચવું આવશ્યક છે કે તૃતીયક પુટિકામાંનો પ્રાથમિક પૂર્વ અંડકોષ કદમાં વૃદ્ધિ કરે છે અને તે અર્ધીકરણ (અર્ધસૂત્રીભાજન)નું પ્રથમ વિભાજન પૂર્ણ કરે છે. આ એક અસમાન વિભાજન છે તેના પરિણામ સ્વરૂપ મોટા કદનું એકકીય **દ્વિતીયક પૂર્વ અંડકોષ** અને નાના કદનું પ્રાથમિક ધ્રુવકાય નિર્માણ પામે છે (આકૃતિ 2.8(b)). દ્વિતીયક પૂર્વ અંડકોષ, પ્રાથમિક પૂર્વ અંડકોષનો પોષક ઘટકોસભર કોષરસનો જથ્થો જાળવી રાખે છે. તમે ક્યારે તેના કોઈ લાભના સંદર્ભમાં વિચારી શકો છો ? શું પ્રથમ અર્ધસૂત્રીભાજનથી



ઉત્પન્ન થતો પ્રથમ ધ્રુવકાય આગળ વિભાજન પામે છે કે અવનત પામે છે ? આ તબક્કે આપણે આ બાબતે સ્પષ્ટ નથી. તૃતીયક પુટિકા આગળ પુખ્ત પુટિકા અથવા ગ્રાફિયન પુટિકા (graafian follicle)માં ફેરવાય છે (આકૃતિ 2.7). દ્વિતીયક પૂર્વ અંડકોષ તેની ફરતે નવા સ્તરની રચના કરે છે જેને ઝોના પેલ્યુસિડા (zone pellucida) કહે છે. હવે ગ્રાફિયન પુટિકાના તૂટવાથી અંડપિંડમાંથી દ્વિતીયક પૂર્વ અંડકોષ મુક્ત થાય છે. આ પ્રક્રિયાને અંડપાત (ovulation) કહે છે. શું તમે શુક્રકોષજનન અને અંડકોષજનન વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત ઓળખી શકો છો ? શુક્રકોષજનન અને અંડકોષજનનની રેખાંકિત રજૂઆત નીચે આપેલ છે (આકૃતિ 2.8).



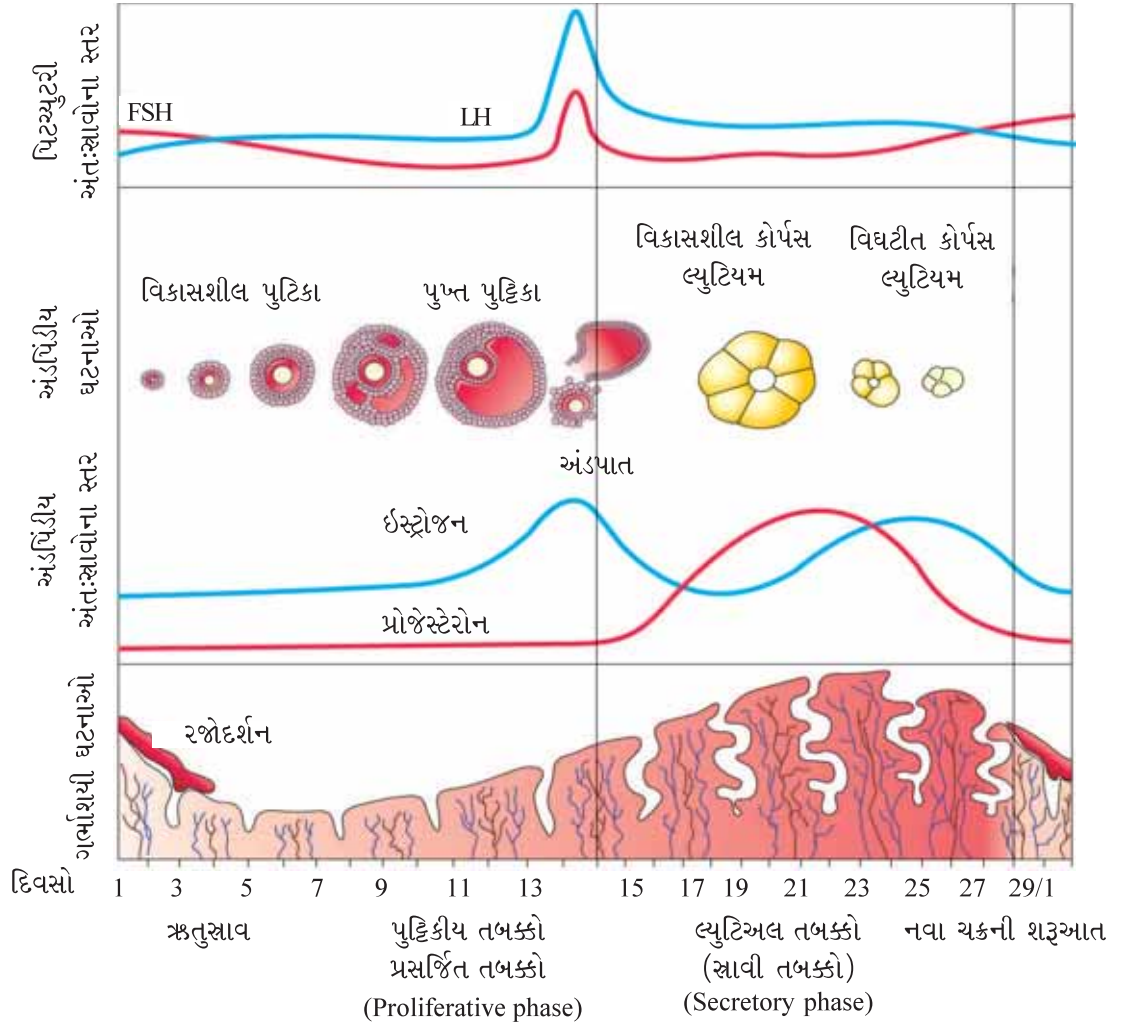
આકૃતિ 2.7 : અંડપિંડનો છેદ દર્શાવતી રેખાકૃતિ



આકૃતિ 2.8 : યોજનાકીય રજૂઆત (a) શુક્રકોષજનન (b) અંડકોષજનન

2.4 ઋતુચક્ર (Menstrual Cycle)

માદા પ્રાઈમેટ (ઉદાહરણ : વાનરો, એપ્સ અને માનવ)માં જોવા મળતા પ્રજનનચક્રને ઋતુચક્ર કહે છે. પ્રથમ ઋતુચક્ર (રજોધર્મ)ની શરૂઆત યૌવનારંભમાં થાય છે જેને રજોદર્શન (menarche) કહે છે. માનવની માદામાં (સ્ત્રીઓમાં) ઋતુચક્ર સરેરાશ 28-29 દિવસોના અંતરાલે પુનરાવર્તિત થાય છે અને પ્રથમ ઋતુચક્ર (menstruation)થી બીજા ઋતુચક્ર વચ્ચેની ચક્રીય ઘટનાને ઋતુચક્ર કહે છે. દરેક ઋતુચક્રની મધ્યમાં એક અંડકોષ (ovum) મુક્ત થાય છે (અંડપાત-ovulation). ઋતુચક્રની મુખ્ય ઘટનાઓ આકૃતિ 2.9માં દર્શાવેલ છે. ચક્રની શરૂઆત ઋતુચક્ર તબક્કાથી (menstrual phase) થાય છે, તે સમયે ઋતુચક્ર થાય છે અને જે 3-5 દિવસો સુધી ચાલે છે. ઋતુચક્ર એ ગર્ભાશયનું અંતઃસ્તર (endometrial) અને તેની રુધિરવાહિનીઓના તૂટવાને પરિણામે નિર્માણ પામતું પ્રવાહી છે કે જે યોનિમાર્ગ મારફતે બહાર ધકેલાય છે. ઋતુચક્ર



આકૃતિ 2.9 : ઋતુચક્ર દરમિયાનની વિવિધ ઘટનાઓ દર્શાવતી રેખાકૃતિ

ત્યારે જ જોવા મળે છે, જ્યારે મૂક્ત થતો અંડકોષ ફલિત હોતો નથી. ઋતુસ્રાવનો અભાવ ગર્ભધારણની સૂચક નિશાની છે. જોકે, તે કેટલાંક અન્ય નીચે દર્શાવેલાં કારણોને લીધે પણ થઈ શકે છે જેવા કે તણાવ, નબળું સ્વાસ્થ્ય વગેરે. ઋતુસ્રાવ તબક્કા બાદ પુટિકીય તબક્કો (follicular phase) આવે છે. આ તબક્કા દરમિયાન અંડપિંડમાંની પ્રાથમિક પુટિકાઓ વૃદ્ધિ પામી સંપૂર્ણ વિકસિત ગ્રાફિયન પુટિકામાં ફેરવાય છે અને સાથોસાથ ગર્ભાશયનું અંતઃસ્તર પ્રસાર (proliferation) દ્વારા પુનઃસર્જન પામે છે. અંડપિંડ અને ગર્ભાશયના આ ફેરફારો પિટ્યુટરી અને અંડપિંડીય અંતઃસ્રાવોની માત્રામાં થતા ફેરફાર દ્વારા પ્રેરાય છે (આકૃતિ 2.9). ગોનેડોટ્રોપિન્સ (LH અને FSH)નો સ્રાવ પુટિકીય તબક્કા દરમિયાન ક્રમશઃ વધે છે અને તે પુટિકીય વિકાસ તેમજ વિકસિત પુટિકાઓ દ્વારા થતા ઈસ્ટ્રોજન્સના સ્રાવને ઉત્તેજે છે. ચક્રની મધ્યમાં (આશરે 14મા દિવસે) LH અને FSH બંને ઉચ્ચ સ્તર પ્રાપ્ત કરે છે. LHનો ઝડપી સ્રાવ તેને ચક્રના મધ્યાન (વચ્ચેના) સમય દરમિયાન મહત્તમ સ્તર સુધી દોરી જાય છે, જેને LH પરાકાષ્ટ કહે છે જે ગ્રાફિયન પુટિકાના તૂટવાની ક્રિયાને પ્રેરે છે અને તેના કારણે અંડકોષ મુક્ત થાય છે (અંડકોષપાત). અંડકોષપાત (અંડપાત તબક્કો-ovulatory phase) બાદ સાવી (લ્યુટિઅલ-luteal) તબક્કો આવે છે,



જે દરમિયાન ગ્રાફિયન પુટ્ટિકાનો બાકીનો ભાગ કોર્પસ લ્યુટિયમમાં ફેરવાય છે (આકૃતિ 2.9). કોર્પસ લ્યુટિયમ મોટા જથ્થામાં પ્રોજેસ્ટેરોનનો સ્રાવ કરે છે જે ગર્ભાશયના અંતઃસ્તરની જાળવણી માટે આવશ્યક છે. ગર્ભાશયનું અંતઃસ્તર ફલિત અંડકોષના સ્થાપન અને ગર્ભધારણની અન્ય ઘટનાઓ માટે જરૂરી છે. ગર્ભધારણ દરમિયાન ઋતુચક્રની બધી જ ઘટનાઓ અટકી જાય છે અને ઋતુસ્રાવ થતો નથી. ફલન (fertilisation) ન થવાની સ્થિતિમાં, કોર્પસ લ્યુટિયમ વિઘટિત થાય છે. આને કારણે ગર્ભાશયનું અંતઃસ્તર (એન્ડોમેટ્રિયમ) વિઘટન પામે છે અને ઋતુસ્રાવ થાય છે, જે નવા ચક્રની નિશાની છે. માનવમાં ઋતુચક્ર 50 વર્ષની ઉંમરની આસપાસ બંધ થાય છે જેને મેનોપોઝ (menopause) કહે છે. ચક્રીય ઋતુસ્રાવ સામાન્ય પ્રજનન અવસ્થાનું સૂચક છે અને રજોદર્શન અને મેનોપોઝ વચ્ચે લંબાયેલ છે.

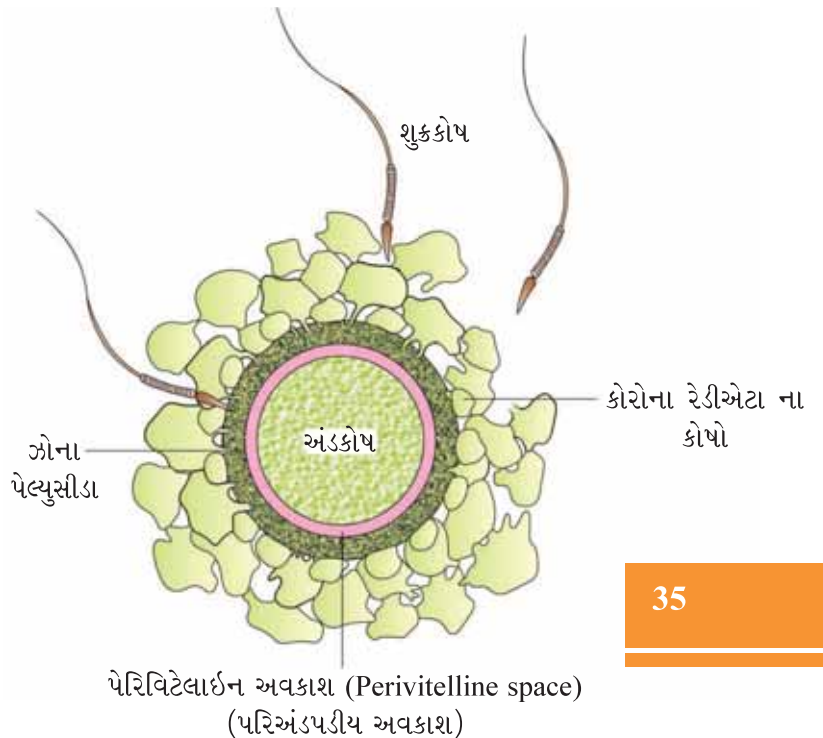
2.5 ફલન અને ગર્ભ-સ્થાપન (Fertilisation And Implantation)

સંવનન / મૈથુન (copulation / coitus) દરમિયાન શિશ્ન દ્વારા વીર્યને યોનિમાર્ગમાં ઠાલવવા (મુક્ત)માં આવે છે. ચલિત શુક્રકોષો ઝડપી તરે છે અને ગ્રીવા દ્વારા ગર્ભાશયમાં પ્રવેશે છે અને અંતે અંડવાહિનીના ઇથમસ અને તુંબિકીય જોડાણસ્થાને (તુંબિકા-ઇથમસ જોડાણ) પહોંચે છે (આકૃતિ 2.11 (b)). અંડપિંડ દ્વારા મુક્ત થતો અંડકોષ પણ તુંબિકીય-ઇથમસ જોડાણસ્થાને વહન પામે છે કે જ્યાં ફલન થાય છે. ફલન ફક્ત ત્યારે જ થાય છે, જ્યારે અંડકોષ અને શુક્રકોષો એકસાથે તુંબિકીય સ્થાને વહન પામે. આ જ કારણે બધી જ સંવનન ક્રિયાઓ ફલન અને ગર્ભધારણમાં પરિણમતી નથી.

શુક્રકોષના અંડકોષ સાથેના જોડાણ (fusion)ની પ્રક્રિયાને ફલન (fertilisation) કહે છે. ફલન દરમિયાન શુક્રકોષ અંડકોષના ઝોના પેલ્યુસીડાના સંપર્કમાં આવે છે (આકૃતિ 2.10) અને પટલમાં ફેરફારોને પ્રેરે છે જે અન્ય શુક્રકોષોના પ્રવેશને અટકાવે છે. આથી, તે સુનિશ્ચિત થાય છે કે ફક્ત એક જ શુક્રકોષ, એક અંડકોષને ફલિત કરે છે. શુક્રાગ્રનો સ્રાવ શુક્રકોષને અંડકોષના કોષરસમાં ઝોના પેલ્યુસીડા અને કોષરસપટલ મારફતે પ્રવેશ કરાવવામાં મદદ કરે છે. જે દ્વિતીયક પૂર્વ અંડકોષના અર્ધીકરણની પૂર્ણતાને પ્રેરે છે. દ્વિતીય અર્ધીકરણ પણ અસમાન હોય છે, પરિણામે દ્વિતીય ધ્રુવકાય (secondary polar body) અને એકકીય અંડકોષ (ootid)નું નિર્માણ થાય છે. તરત જ શુક્રકોષનું એકકીય કોષકેન્દ્ર અને અંડકોષનું એકકીય કોષકેન્દ્ર જોડાઈ દ્વિકીય ફલિતાંડ (zygote) બનાવે છે. ફલિતાંડમાં કેટલાં રંગસૂત્રો હશે ?

માસિક સ્વચ્છતા

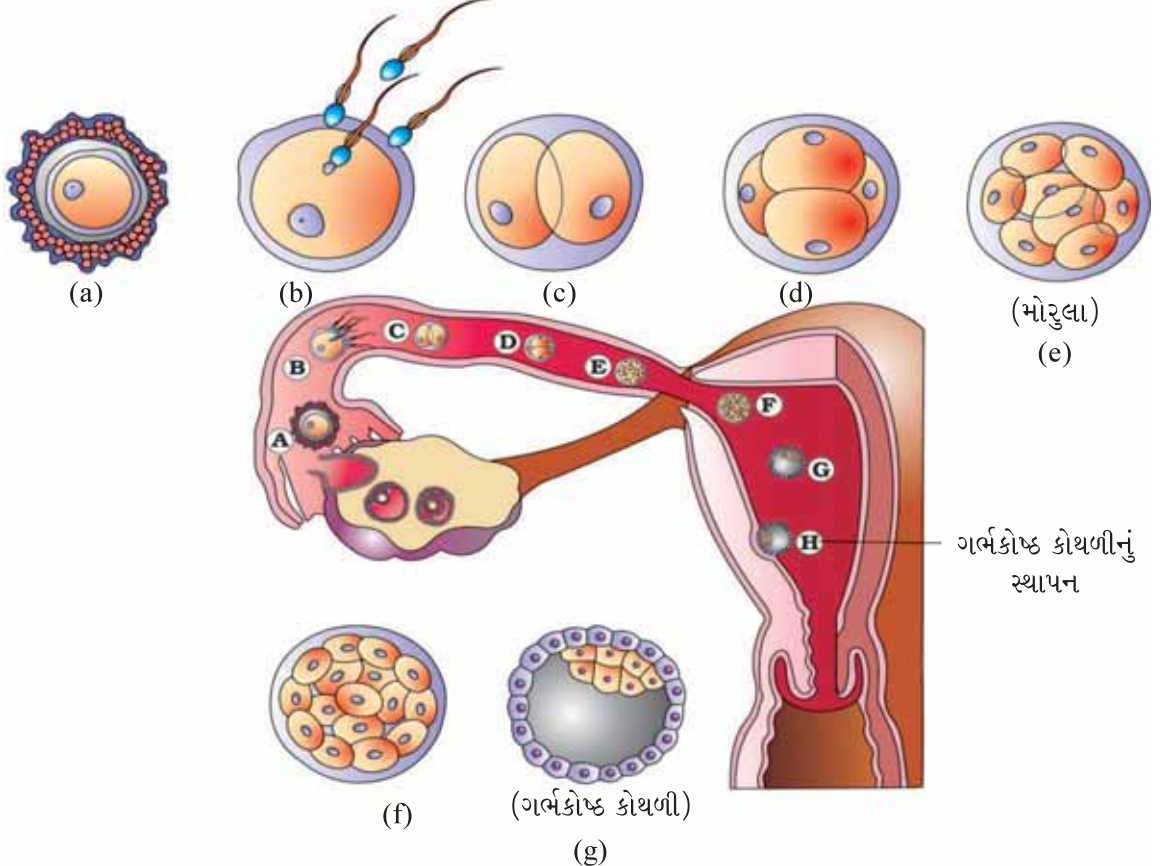
માસિક સ્રાવ દરમિયાન સફાઈ અને સ્વચ્છતાની જાળવણી કરવી ઘણી અગત્યની છે. તમારી પોતાની જાતને નિયમિત રીતે સ્નાન કરી સ્વચ્છ રાખવી. ઘરે બનાવેલ પેડ અને સેનેટરી નેપકીનનો ઉપયોગ કરવો. જરૂરિયાત પ્રમાણે પ્રત્યેક 4-5 કલાક પછી સેનેટરી નેપકીન કે ઘરે બનાવેલ પેડને બદલવા. વપરાયેલા સેનેટરી નેપકીનનો નિકાલ યોગ્ય રીતે કાગળમાં વીંટાળીને કરવો. વપરાયેલા નેપકીનને ખુલ્લા વિસ્તારમાં કે શૌચાલયની ગટરની પાઈપલાઈનમાં નિકાલ કરવો નહિ. નેપકીનનો ઉપયોગ કર્યા પછી હાથ સાબુથી ધોવા.



આકૃતિ 2.10 : થોડાક શુક્રકોષો દ્વારા ઘેરાયેલ અંડકોષ

આ એક યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, બાળકની જાતિ આ તબક્કામાં નક્કી થાય છે. ચાલો જોઈએ કેવી રીતે ? તમે જાણો છો કે સ્ત્રી (માનવની માદા)માં રંગસૂત્રની ભાત (રૂઢિગત પદ્ધતિ) XX અને તે જ રીતે નર (પુરુષ)માં XY હોય છે. તેથી માદા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા બધા જ એકકીય જનનકોષો (અંડકોષો) X લિંગી રંગસૂત્ર ધરાવે છે, જ્યારે નર જનનકોષો (શુક્રકોષો)માં લિંગી રંગસૂત્ર X કે Y ધરાવે છે. આથી, 50 % શુક્રકોષો X-રંગસૂત્રો ધરાવે છે, જ્યારે બાકીના 50 % Y ધરાવે છે. નર અને માદાના જનનકોષોના જોડાણ બાદ ફલિતાંડ XX કે XY રંગસૂત્રો ધરાવે છે. જેનો આધાર X કે Y રંગસૂત્ર ધરાવતો શુક્રકોષ કે જે અંડકોષને ફલિત કરે છે તેના ઉપર છે. ફલિતાંડ XX રંગસૂત્રો ધરાવે છે તે માદા શિશુ વિકસે છે જ્યારે XY રંગસૂત્રો ધરાવતા ફલિતાંડ નર શિશુમાં વિકસે છે (તમે પ્રકરણ 5માં રંગસૂત્રીય ભાતનો વધુ અભ્યાસ કરશો). તેટલા માટે વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ એ કહેવું સાચું છે કે, બાળકની જાતિનું નિશ્ચયન પિતા દ્વારા થાય છે નહિ કે માતા દ્વારા !

ફલિતાંડ જ્યારે અંડવાહિનીના ઇથમસ દ્વારા ગર્ભાશય તરફ પસાર થતો હોય છે ત્યારે તેમાં સમવિભાજન (mitotic division) શરૂ થાય છે, જેને વિખંડન (cleavage) કહે છે (આકૃતિ 2.11) અને 2, 4, 8, 16 બાળકોષોનું નિર્માણ કરે છે જેને ગર્ભકોષી કોષો (blastomeres) કહે છે. 8-16 ગર્ભકોષી કોષોયુક્ત ગર્ભને મોરુલા (morula) કહે છે (આકૃતિ 2.11 (e)). મોરુલા સતત વિભાજન પામતું રહે છે અને ગર્ભાશય તરફ જેમ-જેમ આગળ વધે છે તેમ તે ગર્ભકોષ કોથળી (blastocyst)માં રૂપાંતરિત થાય છે (આકૃતિ 2.11 (g)). ગર્ભકોષ કોથળીના બહારના સ્તરમાં ગોઠવાયેલા ગર્ભકોષી કોષો પોષકકોષો (trophoblasts) કહેવાય છે અને પોષક કોષો સાથે





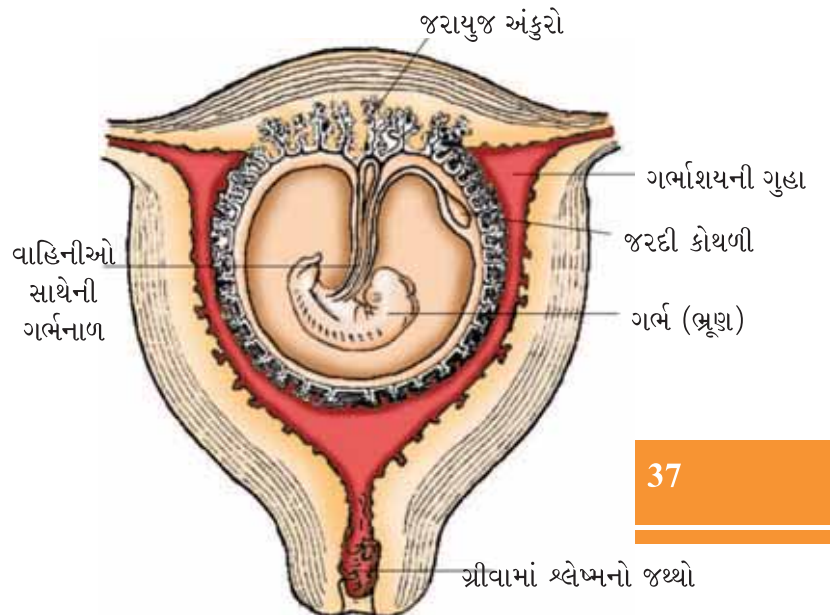
જોડાયેલ અંદરના કોષોનો સમૂહ **અંતઃકોષ સમૂહ** કહેવાય છે. ત્યાર બાદ પોષકકોષ સ્તર ગર્ભાશયના **અંતઃસ્તર** સાથે જોડાય છે અને અંતઃકોષ સમૂહ ગર્ભ તરીકે વિભેદિત પામે છે. જોડાણ બાદ, ગર્ભાશય કોષો (uterine cells) ઝડપી વિભાજન પામે છે અને ગર્ભકોષ કોથળીને ઘેરે છે. પરિણામ સ્વરૂપ ગર્ભકોષ કોથળી ગર્ભાશયના અંતઃસ્તરમાં સ્થાપિત થાય છે (આકૃતિ 2.11 (h)) જેને **ગર્ભસ્થાપન** કહે છે અને તે તેને ગર્ભધારણ (ગર્ભાવસ્થા) તરફ દોરી જાય છે.

2.6 ગર્ભધારણ (ગર્ભાવસ્થા) અને ગર્ભીય વિકાસ (Pregnancy and Embryonic Development)

ગર્ભસ્થાપન બાદ, પોષકકોષો (trophoblast) ઉપર આંગળી જેવો પ્રવર્ધ દેખાય છે જેને જરાયુજ અંકુર (chorionic villi) કહે છે. જે ગર્ભાશયની પેશીઓ અને માતાના રુધિર દ્વારા ઘેરાયેલ છે. જરાયુજ અંકુર અને ગર્ભાશય પેશી એકબીજા સાથે સંકળાઈ અને સંયુક્ત રીતે ભ્રૂણ અને માતાના શરીર વચ્ચે રચનાત્મક તથા ક્રિયાત્મક એકમ બનાવે છે જેને જરાયુ (placenta) કહે છે (આકૃતિ 2.12).

જરાયુ, ભ્રૂણને ઓક્સિજન અને પોષક ઘટકોનો પુરવઠો પૂરો પાડે છે તથા ભ્રૂણ દ્વારા ઉત્પાદિત કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને ઉત્સર્ગ / નકામા પદાર્થોનો નિકાલ પણ કરે છે. જરાયુ, ભ્રૂણ સાથે ગર્ભનાળ (umbilical cord) દ્વારા સંકળાયેલ છે જે ભ્રૂણની અંદર અને બહાર પદાર્થોના વહનમાં મદદ કરે છે. જરાયુ અંતઃસ્રાવી પેશી તરીકે પણ વર્તે છે અને ઘણા અંતઃસ્રાવો ઉત્પન્ન કરે છે જેવા કે **હ્યુમન કોરિઓનિક ગોનાડોટ્રોફિન (hCG)**, **હ્યુમન પ્લેસેન્ટલ લેક્ટોજેન (hPL)**, **ઈસ્ટ્રોજન્સ**, **પ્રોજેસ્ટોજેન્સ** વગેરે. ગર્ભાવસ્થાના અંત ભાગમાં, અંડપિંડ દ્વારા **રિલેક્સિન** કહેવાતા અંતઃસ્રાવનો પણ સ્રાવ થાય છે. એ યાદ રાખવું જરૂરી છે કે hCG, hPL અને રિલેક્સિન સ્ત્રીઓમાં ફક્ત ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન જ ઉત્પન્ન થાય છે. વધારામાં, ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન માતાના રુધિરમાં અન્ય અંતઃસ્રાવો જેવા કે ઈસ્ટ્રોજન્સ, પ્રોજેસ્ટોજેન્સ, કોર્ટિસોલ, પ્રોલેક્ટિન, થાયરોક્સિન વગેરેનું સ્તર ઘણું વધી જાય છે. આ અંતઃસ્રાવોનાં ઉત્પાદનમાં વધારો ગર્ભની વૃદ્ધિના આધાર માટે, માતામાં ચયાપચયિક ફેરફારો અને ગર્ભાવસ્થાની જાળવણી માટે આવશ્યક છે.

ગર્ભસ્થાપન બાદ તરત જ અંતઃકોષ સમૂહ (ભ્રૂણ-embryo) એ **બાહ્યગર્ભસ્તર (ectoderm)** થી ઓળખાતા બહારના સ્તરમાં અને **અંતઃગર્ભસ્તર (endoderm)** થી ઓળખાતા અંદરના સ્તરમાં વિભેદન પામે છે. બાહ્યગર્ભસ્તર અને અંતઃગર્ભસ્તરની વચ્ચે **મધ્ય ગર્ભસ્તર (mesoderm)** તરત જ દેખાય છે. આ ત્રણ સ્તરો પુખ્તમાં બધી પેશીઓ (અંગો)ના નિર્માણને વેગ આપે છે. અહીં એ ઉલ્લેખ કરવો જરૂરી છે કે, અંતઃકોષ સમૂહ, સ્ટેમ કોષો તરીકે ઓળખાતા કેટલાક કોષો ધરાવે છે જે બધી જ પેશીઓ અને



આકૃતિ 2.12 : ગર્ભાશયમાં આવેલ માનવ-ભ્રૂણ



અંગોના નિર્માણની ક્ષમતા ધરાવે છે.

ગર્ભાવસ્થાના વિવિધ મહિનાઓમાં ગર્ભવિકાસની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ શું છે ? મનુષ્યમાં ગર્ભાવસ્થા 9 મહિના ચાલે છે. શું તમે જાણો છો, કૂતરા, હાથી, બિલાડીઓમાં ગર્ભાવસ્થા કેટલા મહિના ચાલે છે ? તે શોધો. મનુષ્યમાં એક મહિનાની ગર્ભાવસ્થા બાદ, ભ્રૂણનું હૃદય નિર્માણ પામે છે. વૃદ્ધિ પામતા ગર્ભની પ્રથમ નિશાની, સ્ટેથોસ્કોપ (stethoscope) દ્વારા હૃદયનો અવાજ ધ્યાનથી સંભળાવવો તે છે. ગર્ભસ્થાપનના બીજા મહિનાના અંતે ગર્ભમાં ઉપાંગો અને આંગળીઓ વિકસે છે. 12 અઠવાડિયાંને અંતે (પ્રથમ ત્રણ મહિના), મોટા ભાગનાં મુખ્ય અંગતંત્રો નિર્માણ પામે છે, ઉદાહરણ તરીકે, ઉપાંગો અને બાહ્ય જનનાંગો સારી રીતે વિકસેલ હોય છે. ગર્ભનું પ્રથમ હલનચલન અને માથા ઉપર વાળ પાંચમા મહિના દરમિયાન જોવા મળે છે. 24 અઠવાડિયાં બાદ (બીજા ત્રણ મહિના), શરીર સૂક્ષ્મ વાળથી ઘેરાય છે. આંખનાં પોપચાં અલગ થાય છે અને પાંપણોનું નિર્માણ થાય છે. ગર્ભાવસ્થાના નવ મહિના બાદ, ગર્ભ સંપૂર્ણ વિકસિત બને છે અને પ્રસૂતિ (પ્રસવ-delivery) માટે તૈયાર હોય છે.

2.7 પ્રસૂતિ અને દુગ્ધસ્રાવ (Parturition and Lactation)

મનુષ્યનો ગર્ભાવસ્થાનો સરેરાશ સમયગાળો આશરે 9 મહિના હોય છે, જેને ગર્ભાધાન-સમય (ગર્ભાવધિકાળ-gestation period) કહે છે. ગર્ભાવસ્થાના અંતે ગર્ભાશયમાં શક્તિશાળી (vigorous) સંકોચન પ્રેરાય છે જેને કારણે ગર્ભનો બહાર નિકાલ (expulsion) / પ્રસવ થાય છે. ગર્ભની પ્રસવની આ ક્રિયા (બાળજન્મ)ને પ્રસૂતિ કહે છે. જટિલ ચેતાઅંતઃસ્રાવી (neuroendocrine) પદ્ધતિ દ્વારા પ્રસૂતિ પ્રેરાય છે. પ્રસૂતિ માટેના સંકેતો સંપૂર્ણ વિકસિત ગર્ભ અને જરાયુમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે કે જે ગર્ભાશયના હળવા સંકોચનને પ્રેરે છે જેને ગર્ભના નિકાલની પરાવર્તિત ક્રિયા (foetal ejection reflex) કહે છે. આ પ્રક્રિયા માતાની પિટ્યુટરી ગ્રંથિમાંથી ઓક્સિટોસિનનો સ્રાવ પ્રેરે છે. ઓક્સિટોસિન ગર્ભાશયના સ્નાયુ ઉપર અસર કરે છે અને જેને કારણે ગર્ભાશયનું શક્તિશાળી સંકોચન થાય છે. જેના બદલામાં તે ઓક્સિટોસિનના વધુ સ્રાવને ઉત્તેજે છે. ગર્ભાશય સંકોચન અને ઓક્સિટોસિનના સ્રાવ વચ્ચેની પરાવર્તિત ક્રિયા સતત ચાલવાને પરિણામે વધુ અને વધુ શક્તિશાળી સંકોચનને ઉત્તેજે છે. આ સંકોચન બાળકને પ્રસવ માર્ગ દ્વારા ગર્ભાશયમાંથી બહાર નિકાલ તરફ દોરી જાય છે - પ્રસૂતિ. બાળજન્મ બાદ તરત જ, જરાયુ પણ ગર્ભાશયમાંથી બહાર આવે છે. તમે શું વિચારો છો કે પ્રેરિત પ્રસૂતિ કરવા ડૉક્ટર શું દાખલ કરે છે ?

માદા (સ્ત્રી)ની સ્તનગ્રંથિઓ (mammary glands) ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન વિભેદીકરણ પામે છે અને ગર્ભાવસ્થાના અંત તરફ જતા દુગ્ધસ્રાવ કહેવાતી પ્રક્રિયા દ્વારા દૂધ-ઉત્પાદન શરૂ કરે છે. આ નવા જન્મેલા બાળકને ખોરાક આપવામાં માતાને મદદ કરે છે. દુગ્ધસ્રાવના શરૂઆતના કેટલાક દિવસો દરમિયાનના દૂધ-ઉત્પાદનને કોલોસ્ટ્રમ (colostrum) કહે છે, જે ઘણા એન્ટિબોડી ધરાવે છે. જે નવાં જન્મેલ બાળકોમાં પ્રતિકારકતા વિકસાવવા અત્યંત આવશ્યક છે. બાળકની વૃદ્ધિના શરૂઆતના સમયગાળા દરમિયાન સ્તનપાન (breast-feeding)ને ડૉક્ટરો દ્વારા બાળકના સ્વસ્થ ઉછેર માટે ભલામણ કરવામાં આવે છે.



સારાંશ

મનુષ્યો લિંગીપ્રજનન કરતા અને અપત્યપ્રસવીઓ છે. નર (પુરુષ) પ્રજનનતંત્ર એક જોડ શુક્રપિંડો, નર જાતીય સહાયક નલિકાઓ અને સહાયક ગ્રંથિઓ તથા બાહ્ય જનનેદ્રિયોથી બને છે. દરેક શુક્રપિંડ આશરે 250 ખંડો ધરાવે છે જેને શુક્રપિંડીય ખંડિકાઓ કહે છે અને દરેક ખંડિકા એકથી ત્રણ અત્યંત ગૂંચળામય શુક્ર-ઉત્પાદક નલિકાઓ ધરાવે છે. દરેક શુક્ર-ઉત્પાદક નલિકાની અંદરની બાજુ શુક્રજનક કોષો અને સરટોલી કોષો દ્વારા આચ્છાદિત હોય છે. આદિ શુક્રકોષ, શુક્રકોષના નિર્માણ માટે અર્ધસૂત્રીભાજનને અનુસરે છે, જ્યારે સરટોલી કોષો, વિભાજન પામતા જનનકોષોને પોષણ પૂરું પાડે છે. લેડિગ કોષો, શુક્ર-ઉત્પાદક નલિકાની બહારની બાજુ આવેલ છે, જે એન્ડ્રોજન્સ કહેવાતા શુક્રપિંડીય અંતઃસ્રાવોનું સંશ્લેષણ અને સ્રાવ કરે છે. નર બાહ્ય જનેન્દ્રિયને શિશ્ન કહે છે.

માદા પ્રજનનતંત્ર એક જોડ અંડપિંડ, એક જોડ અંડવાહિની, ગર્ભાશય, યોનિમાર્ગ, બાહ્ય જનનેન્દ્રિયો અને એક જોડ સ્તનગ્રંથિઓ ધરાવે છે. અંડપિંડ માદા જનનકોષ (અંડકોષ) અને કેટલાક સ્ટિરોઇડ અંતઃસ્રાવો (અંડપિંડીય અંતઃસ્રાવો) ઉત્પન્ન કરે છે. આધારકમાં અંડપુટિકાઓ વિકાસના વિવિધ તબક્કામાં ઉપસેલ હોય છે. અંડવાહિનીઓ, ગર્ભાશય અને યોનિમાર્ગ માદા સહાયક નળીઓ છે. ગર્ભાશય ત્રણ સ્તરો ધરાવે છે જેવા કે પેરિમેટ્રિયમ, માયોમેટ્રિયમ અને એન્ડોમેટ્રિયમ. માદા બાહ્ય જનનેન્દ્રિયોમાં મોન્સ પ્યુબિસ, મુખ્ય ભગૌષ્ઠ, ગૌણ ભગૌષ્ઠ, યોનિપટલ અને ભગશિશ્નનો સમાવેશ થાય છે. સ્તનગ્રંથિઓ માદાનું એક દ્વિતીય (ગૌણ) જાતીય લક્ષણ છે.

શુક્રકોષજનનને પરિણામે ઉત્પન્ન થતા શુક્રકોષો નરજાતીય સહાયક નળીઓ દ્વારા વહન પામે છે. સામાન્ય માનવના શુક્રકોષો શીર્ષ, ગ્રીવા, મધ્ય ભાગ અને પૂંછડીથી બનેલ હોય છે. પરિપક્વ માદા જનનકોષ નિર્માણની પ્રક્રિયાને અંડકોષજનન કહે છે. પ્રાઈમેટની માદામાં ચાલતા પ્રજનનચક્રને ઋતુચક્ર કહે છે. ઋતુચક્ર જાતીય પરિપક્વતા (યૌવનારંભ) બાદ શરૂ થાય છે. અંડપાત દરમિયાન પ્રતિ ઋતુચક્ર એ એક જ અંડકોષ મુક્ત થાય છે. પિટ્યુટરી અને અંડપિંડીય અંતઃસ્રાવોના સ્તરમાં થતો ફેરફાર ઋતુચક્ર દરમિયાન અંડપિંડ અને ગર્ભાશયમાં ચક્રીય ફેરફારો પ્રેરે છે. સંવનન બાદ શુક્રકોષો ઈથમસ અને તુંબિકાના જોડાણસ્થાને વહન પામે છે, જ્યાં શુક્રકોષ, અંડકોષને ફલિત કરે છે અને દ્વિતીય ફલિતાંડનું નિર્માણ કરે છે. શુક્રકોષમાં X અથવા Y રંગસૂત્રની હાજરીને આધારે ભ્રૂણની જાતિ નિશ્ચિત થાય છે. ફલિતાંડ વારંવાર સમભાજન દ્વારા વિભાજન પામી ગર્ભકોષ કોથળી બનાવે છે, જે ગર્ભાશયમાં સ્થાપિત થાય છે અને ગર્ભધારણમાં પરિણમે છે. નવ માસના ગર્ભધારણ બાદ, પૂર્ણ વિકસિત ગર્ભ પ્રસૂતિ માટે તૈયાર હોય છે. બાળકના જન્મની પ્રક્રિયાને પ્રસૂતિ કહે છે. જે કોર્ટિસોલ, ઇસ્ટ્રોજન્સ અને ઓક્સિટોસિન સમાવિષ્ટ જટિલ ચેતા અંતઃસ્રાવી પ્રક્રિયા દ્વારા પ્રેરિત હોય છે. સ્તનગ્રંથિઓ ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન વિભેદન પામે છે અને બાળકના જન્મ બાદ દૂધનો સ્રાવ કરે છે. નવા જન્મેલ બાળકને વૃદ્ધિના શરૂઆતના મહિના દરમિયાન માતા દ્વારા દૂધ પિવડાવામાં આવે છે (દુગ્ધસ્રાવ).

સ્વાધ્યાય

1. ખાલી જગ્યા ભરો :

- માનવ _____ પ્રજનન દર્શાવે છે. (અલિંગી / લિંગી)
- માનવ _____ છે. (અંડપ્રસવી, અપત્યપ્રસવી, અપત્ય અંડપ્રસવી)
- માનવમાં _____ ફલન જોવા મળે છે. (બાહ્ય, અંતઃ)
- નર અને માદા જનનકોષો _____ હોય છે. (દ્વિતીય, એકકીય)
- ફલિતાંડ એ _____ હોય છે. (દ્વિતીય, એકકીય)
- પરિપક્વ પુટિકામાંથી અંડકોષ મુક્ત થવાની પ્રક્રિયાને _____ કહે છે.
- અંડપાતને પ્રેરતા અંતઃસ્રાવને _____ કહે છે.



- (h) નર અને માદા જનનકોષના જોડાણને _____ કહે છે.
- (i) ફલન _____ માં થાય છે.
- (j) ફલિતાંડના વિભાજન દ્વારા નિર્મિત _____ કે જે ગર્ભાશયમાં સ્થાપિત થાય છે.
- (k) ગર્ભ અને ગર્ભાશય વચ્ચેના વેસ્ક્યુલર જોડાણ કરતી રચનાને _____ કહે છે.
2. નર પ્રજનનતંત્રની નામનિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો.
 3. માદા પ્રજનનતંત્રની નામનિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો.
 4. શુક્રપિંડ અને અંડપિંડ દરેકનાં મુખ્ય બે કાર્યો લખો.
 5. શુક્રઉત્પાદક નલિકાની રચના વર્ણવો.
 6. શુક્રકોષજનન એટલે શું ? શુક્રકોષજનનની ક્રિયાવિધિ સંક્ષિપ્તમાં વર્ણવો.
 7. શુક્રકોષજનનના નિયમન સાથે સંકળાયેલા અંતઃસ્રાવોનાં નામ આપો.
 8. શુક્રકાયાન્તરણ અને સ્પર્મિએશનની વ્યાખ્યા આપો.
 9. શુક્રકોષની નામનિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો.
 10. શુક્રાશય રસનાં મુખ્ય ઘટકો કયાં છે ?
 11. નર સહાયક નલિકાઓ અને ગ્રંથિઓનાં મુખ્ય કાર્યો જણાવો.
 12. અંડકોષજનન એટલે શું ? અંડકોષજનનનો સંક્ષિપ્ત અહેવાલ આપો.
 13. અંડપિંડમાંથી પસાર થતા છેદની નામનિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો.
 14. ગ્રાફિયન પુટિકાની નામનિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો.
 15. નીચેનાનાં કાર્યો જણાવો :
 - (a) કોર્પસ લ્યુટિયમ
 - (b) એન્ડોમેટ્રિયમ
 - (c) શુક્રાગ્ર
 - (d) શુક્રકોષ પૂંછડી
 - (e) ફિમ્બ્રી
 16. સાચાં/ખોટાં વિધાનો ઓળખો. દરેક ખોટા વિધાનને સુધારો અને તેને સાચું કરો :
 - (a) સરટોલી કોષો એન્ડ્રોજન્સ ઉત્પન્ન કરે છે. (સાચું / ખોટું)
 - (b) શુક્રકોષ સરટોલી કોષોમાંથી પોષણ મેળવે છે. (સાચું / ખોટું)
 - (c) લેડિગ કોષો અંડપિંડમાં મળી આવે છે. (સાચું / ખોટું)
 - (d) લેડિગ કોષો એન્ડ્રોજન્સનું સંશ્લેષણ કરે છે. (સાચું / ખોટું)
 - (e) અંડકોષજનન કોર્પસ લ્યુટિયમમાં થાય છે. (સાચું / ખોટું)
 - (f) ઋતુચક્ર ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન બંધ થાય છે. (સાચું / ખોટું)
 - (g) યોનિપટલની હાજરી કે ગેરહાજરી એ કૌમાર્ય અથવા જાતીય અનુભવનું આધારભૂત સૂચક નથી. (સાચું / ખોટું)
 17. ઋતુચક્ર એટલે શું ? કયા અંતઃસ્રાવો ઋતુચક્રનું નિયમન કરે છે ?
 18. પ્રસૂતિ એટલે શું ? કયા અંતઃસ્રાવો પ્રસૂતિને પ્રેરવામાં સંકળાયેલ છે ?
 19. આપણા સમાજમાં સ્ત્રીઓને ઘણી વાર પુત્રીઓને જન્મ આપવા માટે જવાબદાર ગણવામાં આવે છે. તમે સમજાવી શકો છો કે આ સાચું કેમ નથી ?
 20. માનવ અંડપિંડમાંથી એક મહિને કેટલા અંડકોષો (ઈંડાં) મુક્ત થાય છે ? તમે શું વિચારો છો કે જ્યારે માતા સમાન (જોડિયાં) (Identical twins) બાળકોને જન્મ આપે ત્યારે કેટલા અંડકોષ મુક્ત થતા હશે ? જો જોડિયાં બાળકો ભ્રાતૃ (ભાઈ ભાઈ જેવું) હોય, તો તમારા જવાબમાં ફેરફાર થશે ?
 21. તમે શું વિચારો છો કે જો માદા કૂતરાએ 6 બચ્ચાંને જન્મ આપ્યો હોય, તો તેના અંડપિંડમાંથી કેટલા અંડકોષો મુક્ત થાય ?



પ્રકરણ 3



પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય (Reproductive Health)

- 3.1 પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય - સમસ્યાઓ અને વ્યૂહાત્મક આયોજન
- 3.2 વસ્તી સ્થિરીકરણ અને જન્મ-નિયંત્રણ
- 3.3 દાકતરી ગર્ભપાત (પ્રેરિત ગર્ભપાત)
- 3.4 જાતીય સંક્રમિત ચેપ
- 3.5 અફળદ્રુપતા/વંધ્યતા

તમે પ્રકરણ 2માં માનવ પ્રજનનતંત્ર અને તેનાં કાર્યોનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે તેની સાથે સંકળાયેલ મુદ્દા - પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યની ચર્ચા કરીએ. આપણે આ શબ્દ દ્વારા શું સમજીશું? આ શબ્દ સ્વસ્થ પ્રાજનનિક અંગો અને તેનાં સામાન્ય કાર્યો સાથે સંકળાયેલ છે. જોકે તે વિશાળ પરિપ્રેક્ષ્ય ધરાવે છે અને તેમાં પ્રજનનના ભાવનાત્મક તથા સામાજિક પાસાંઓનો પણ સમાવેશ થાય છે. વિશ્વ સ્વાસ્થ્ય સંગઠન (WHO) પ્રમાણે, પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યનો અર્થ-પ્રજનનના બધા જ પાસાં સહિત સંપૂર્ણ સુખાકારી એટલે કે શારીરિક, ભાવનાત્મક, વર્તનાત્મક અને સામાજિક સ્વાસ્થ્ય છે. તેથી શારીરિક અને ક્રિયાત્મક રીતે સામાન્ય પ્રજનન અંગો ધરાવતા લોકો યુક્ત સમાજના તમામ લિંગસંબંધિત પાસાંઓ વચ્ચે સામાન્ય લાગણીસભર અને વર્તણૂકલક્ષી પારસ્પરિક ક્રિયાઓ (આંતરક્રિયાઓ)ને પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય કહે છે. શા માટે પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય જાળવવું જરૂરી છે અને તેને હાંસલ કરવા માટે કઈ પદ્ધતિઓ વપરાય છે? ચાલો, તેને તપાસીએ.

3.1 પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય—સમસ્યાઓ અને વ્યૂહાત્મક આયોજન (Reproductive Health - Problems and Strategies)

ભારત દુનિયાનો પ્રથમ દેશ છે જેને રાષ્ટ્રીય સ્તરે કુલ પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યને સામાજિક લક્ષ્ય તરીકે પ્રાપ્ત કરવા યોજનાઓ અને કાર્યક્રમોની શરૂઆત કરી. આ કાર્યક્રમોને ‘કુટુંબ નિયોજન’ (Family Planning) કહે છે જે 1951માં શરૂ કર્યું અને તેનું છેલ્લા



કેટલાક દાયકાથી સમયાંતરે મૂલ્યાંકન પણ કરવામાં આવે છે. પ્રજનનસંબંધિત વિશાળ ક્ષેત્રોને આવરીને હાલમાં ‘પ્રજનન અને બાળસ્વાસ્થ્ય સંભાળ (Reproductive and Child Health Care-RCH) કાર્યક્રમ’ નામથી પ્રસિદ્ધ, સુધારણા કાર્યક્રમ ચલાવવામાં આવે છે. આ કાર્યક્રમો અંતર્ગત પ્રજનનસંબંધિત પાસાંઓ વિશે લોકોમાં જાગૃતિ પેદા કરવી અને પ્રાજનનિક સ્વસ્થ સમાજ તૈયાર કરવા માટે સુવિધાઓ અને પ્રોત્સાહન પૂરું પાડવામાં આવે છે.

દૃશ્ય-શ્રાવ્ય અને છાપકામ કે પ્રચાર-પ્રસાર માધ્યમો (print-media)ની મદદથી સરકારી અને બિનસરકારી સંસ્થાઓ લોકોમાં પ્રજનનસંબંધિત પાસાંઓ અંગેની જાગૃતિ લાવવા પ્રયત્ન કરે છે. ઉપર્યુક્ત માહિતીને પ્રસારિત કરવામાં માતાપિતા, અન્ય નજીકના સંબંધીઓ, શિક્ષકો અને મિત્રોની પણ પ્રમુખ ભૂમિકા છે. શાળાઓમાં જાતીય શિક્ષણ દાખલ કરવા પ્રોત્સાહન આપવું જોઈએ, જેથી યુવાનોને સાચી માહિતી મળે અને બાળકો જાતીયસંબંધિત વિવિધ પાસાંઓ વિશે ફેલાયેલ ગેરમાન્યતાઓ ઉપર વિશ્વાસ ન કરે તથા તેમને જાતીયસંબંધિત ખોટી ધારણાઓથી છૂટકારો મળે. લોકોને પ્રજનન અંગે, કિશોરાવસ્થા અને તેના સંબંધિત ફેરફારો, સુરક્ષિત અને આરોગ્યપ્રદ જાતીય વ્યવહાર (sexual practices), જાતીય સંક્રમિત રોગો (STD), એઈડ્સ (AIDS) વગેરેની માહિતી, વિશેષરૂપથી જે લોકો કિશોરાવસ્થા વયજૂથના છે તેમને પ્રજનનસંબંધિત સ્વસ્થ જીવન તરફ દોરી જાય છે. લોકોને ખાસ કરીને ફળદ્રુપ યુગલો (fertile couples) અને જેઓ લગ્ન વયજૂથના હોય તેમને પ્રાપ્ય જન્મ-નિયંત્રણ વિકલ્પો, ગર્ભવતી માતાની સંભાળ, પ્રસવ બાદ (post-natal) માતા અને બાળકની સંભાળ, સ્તનપાનનું મહત્વ, છોકરો અને છોકરી થવાની સમાન તકો વગેરે અંગે શિક્ષિત કરવાથી સામાજિક રીતે જાગૃત સ્વસ્થ પરિવારોનું નિર્માણ થશે. અનિયંત્રિત વસ્તીવૃદ્ધિથી થતી સમસ્યાઓ, સામાજિક દૂષણો, જેવા કે જાતીય હિંસા તથા જાતીય સંબંધિત ગુનાઓની જાગૃતિ કેળવી લોકોને તે અંગે વિચારતા કરવા અને તેને રોકવા યોગ્ય પગલાંઓ લેવા સક્ષમ કરવા જેથી સામાજિક જવાબદાર અને સ્વસ્થ સમાજ બનાવી શકાય.

પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યને પ્રાપ્ય કરવા વિવિધ કાર્યયોજનાઓના સફળતાપૂર્વકના અમલીકરણ માટે મજબૂત માળખાકીય સુવિધાઓ, વ્યાવસાયિક કુશળતા અને સામગ્રીની જરૂરિયાત છે. લોકોને જાતીય સંબંધિત સમસ્યાઓ જેવી કે ગર્ભધારણ, પ્રસૂતિ, STDs, ગર્ભપાત, ગર્ભનિરોધન (contraception), ઋતુસ્રાવસંબંધિત સમસ્યાઓ, અફળદ્રુપતા વગેરેના સંદર્ભમાં દાક્તરી સહાયતા અને દેખરેખ ઉપલબ્ધ કરાવવી જરૂરી છે. લોકોને કાર્યક્ષમ સંભાળ અને સહાય પૂરી પાડવા સમયાંતરે સારી તકનીકી અને નવી વ્યૂહરચનાઓનું અમલીકરણ જરૂરી છે. વધતી માદા ભ્રૂણહત્યાના કાનૂની અટકાવ, લિંગ-પરીક્ષણ માટે ઉલ્લ જળકસોટી (વિકાસશીલ ભ્રૂણની ફરતે આવેલ ઉલ્લ પ્રવાહીની રંગસૂત્ર ભાતને આધારે ભ્રૂણનું જાતીય પરીક્ષણ) ઉપર વૈધાનિક પ્રતિબંધ, વ્યાપક બાળરોગ પ્રતિરક્ષા વગેરે કેટલાક મહત્વપૂર્ણ કાર્યક્રમોને પણ સામેલ કરવામાં આવેલ છે. ઉલ્લજળકસોટી (amniocentesis)માં વિકસતા ભ્રૂણનું થોડુંક ઉલ્લ પ્રવાહી, ગર્ભકોષો અને દ્રાવ્ય પદાર્થોના પૃથક્કરણ માટે લેવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કેટલીક જનીનિક અનિયમિતતાઓ જેવી કે ડાઉન સિન્ડ્રોમ, હિમોફિલિયા, સિકલ સેલ એનિમિયા વગેરે તથા ભ્રૂણની જીવિતતા ચકાસવા માટે થાય છે.

વિવિધ પ્રજનનસંબંધિત ક્ષેત્રોમાં સંશોધનોને પ્રોત્સાહન આપવામાં આવે છે અને નવી પદ્ધતિઓ શોધવા માટે અને/અથવા હાલના મુદ્દાઓમાં સુધારો કરવા માટે સરકારી અને બિનસરકારી સંસ્થાઓ મદદ કરે છે. શું તમે જાણો છો ‘સહેલી’ એ સ્ત્રીઓ માટેની મુખ દ્વારા લેવાતી ગર્ભનિરોધક ગોળી છે. જેનો વિકાસ ‘કેન્દ્રીય ઔષધ સંશોધન સંસ્થા (Central Drug Research Institute = CDRI) લખનૌ, ભારતના વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા કરવામાં આવેલ છે ? જાતીયસંબંધિત બાબતોની વધુ સારી જાગૃતિ, દાક્તરી સહાયથી થતી પ્રસૂતિની સંખ્યામાં વધારો અને પ્રસૂતિ બાદની સારી દેખરેખ દ્વારા માતા અને બાળકના મૃત્યુદરમાં ઘટાડો, નાના



પરિવારવાળાં યુગલોમાં વધારો, STDsનું સારું નિદાન અને સારવાર તથા બધી જ જાતીયસંબંધિત સમસ્યામાં દાકતરી સવલતોમાં વધારો વગેરે તરફ દોરી જાય છે. આ બધું સમાજના પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યના સુધારાનું નિદર્શન કરે છે.

3.2 વસ્તી સ્થિરીકરણ અને જન્મ-નિયંત્રણ (Population Stabilisation and Birth Control)

પાછલી શતાબ્દિમાં વિવિધ ક્ષેત્રોમાં સાર્વત્રિક વિકાસ થયો છે જેને લીધે લોકોના જીવનની ગુણવત્તામાં નોંધપાત્ર સુધારો આવ્યો છે. જોકે સારી જીવનસ્થિતિ સાથે વધતી સ્વાસ્થ્ય-સગવડોએ વસ્તીવૃદ્ધિ ઉપર વિસ્ફોટાત્મક અસર કરી છે. 1900માં દુનિયાની વસ્તી 2 બિલિયન (2000 બિલિયન) હતી જે 2000ની સાલમાં ઝડપી વધીને 6 બિલિયન (6000 બિલિયન) અને 2011માં 7.2 બિલિયન (7200 બિલિયન) થઈ ગઈ. આવું સમાન વલણ ભારતમાં પણ જોવા મળ્યું હતું. આઝાદી સમયે આપણી વસ્તી આશરે 350 બિલિયન હતી જે 2000માં 1 બિલિયનની નજીક અને મે, 2011માં 1.2 બિલિયન (1200 બિલિયન)ને ઓળંગી ગઈ હતી. આનાં કારણોમાં મૃત્યુદર, **માતૃ મૃત્યુદર (maternal mortality rate-MMR)** અને **બાળ મૃત્યુદર (infant mortality rate-IMR)**માં ઝડપી ઘટાડાની સાથે-સાથે પ્રજનન વયના લોકોની સંખ્યામાં વધારો છે. આપણે પ્રજનન અને બાળ સ્વાસ્થ્ય સંભાળ (**RCH**) કાર્યક્રમો દ્વારા વસ્તીવૃદ્ધિના દરમાં ઘટાડો લાવી શક્યા છીએ પરંતુ તે માત્ર નામપૂરતો છે. 2011ની સાલના વસ્તીગણતરી અહેવાલ (report)ને આધારે, વસ્તીવૃદ્ધિનો દર હજુ પણ 2 %થી ઓછો એટલે કે 20/1000/ વર્ષ છે. આ દરે આપણી વસ્તી ઝડપથી વધી રહી છે. આ ક્ષેત્રોમાં નોંધપાત્ર પ્રગતિ થઈ હોવા છતાં પણ આ ચેતવણીજનક વૃદ્ધિદર આપણને પાયાની જરૂરિયાત જેવી કે ખોરાક, આશ્રય અને કપડાંની અછત તરફ દોરી જાય છે. તેથી આ વસ્તી વૃદ્ધિદર ચકાસવા માટે સરકારને ગંભીર પગલાં લેવાની ફરજ પડી હતી.

આ સમસ્યાનું સૌથી મહત્વનું પગલું એ છે કે, વિવિધ ગર્ભનિરોધક પદ્ધતિઓના ઉપયોગ અંગે નાનાં પરિવારોને પ્રોત્સાહન આપવું. કદાચ તમે પ્રચાર-માધ્યમો ઉપરાંત પોસ્ટરો /બિલ્ડ્સ વગેરેમાં જાહેરાતો જોઈ હશે, જેમાં ખુશ દંપતિ બે બાળકો સાથે દર્શાવેલ હોય છે અને સાથે સ્લોગન ‘અમે બે અમારા બે’ હોય છે. મોટે ભાગે યુવા, શહેરી, કામ કરતાં ઘણાં દંપતિઓ ‘એક બાળકનાં ધોરણો’ અપનાવે છે. લગ્નની વૈધાનિક ઉંમર સ્ત્રીઓ માટે 18 વર્ષ તથા પુરુષ માટે 21 વર્ષ નક્કી છે અને આ સમસ્યાથી બચવા માટે નાનાં પરિવારો માટે દંપતિઓને પ્રોત્સાહિત કરવામાં આવે છે. ચાલો, આપણે કેટલીક સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી ગર્ભનિરોધક પદ્ધતિઓ વર્ણવીએ, કે જે અનૈચ્છિક ગર્ભધારણને રોકવામાં મદદ કરે છે.

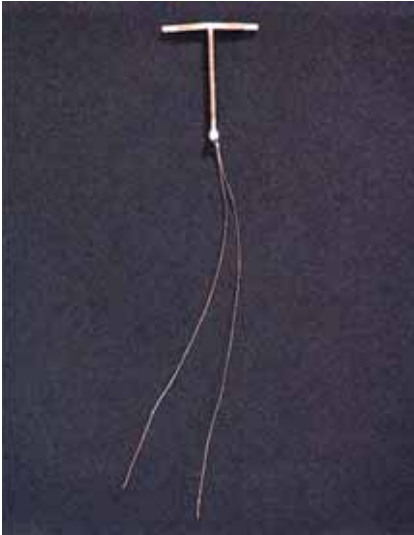
એક આદર્શ ગર્ભનિરોધક ઉપયોગ કરનારનાં હિતોનું રક્ષણ કરવાવાળું, સરળતાથી પ્રાપ્ય, અસરકારક અને પ્રતિવર્તિ સાથે નહિવત્ અથવા ઓછામાં ઓછી આડઅસર હોય તેવું હોવું જોઈએ. આ ઉપરાંત એ ઉપયોગ કરનારની કામેચ્છા, ઉત્તેજના અને/ અથવા જાતીય સમાગમમાં અવરોધરૂપ ન હોવું જોઈએ. આજકાલ ગર્ભનિરોધક પદ્ધતિઓની વ્યાપક શ્રેણી અસ્તિત્વમાં છે, જેને વિશાળ શ્રેણીમાં નીચે પ્રમાણે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે જેવી કે કુદરતી / પ્રણાલીગત, અવરોધ, અંતઃ ગર્ભાશય ઉપાયો (intra uterine devices-IUDs) મોં દ્વારા લેવા યોગ્ય ગર્ભનિરોધકો, ઈન્જેક્ટેબલ્સ / આરોપણ અને વાઢકાપ પદ્ધતિઓ.



આકૃતિ 3.1 : (a) પુરુષ માટેનો નિરોધ



આકૃતિ 3.1 : (b) સ્ત્રી માટેનો નિરોધ



આકૃતિ 3.2 : કોપર-T (CuT)

કુદરતી પદ્ધતિઓ અંડકોષ અને શુક્રકોષના સમાગમને દૂર રાખવાના સિદ્ધાંત ઉપર કાર્ય કરે છે. આમાંનો એક ઉપાય સામયિક સંયમ (periodic abstinence) છે. જેમાં દંપતિએ ઋતુચક્રના 10થી 17મા દિવસ વચ્ચેના સમય દરમિયાન જાતીય સમાગમ ટાળવો અથવા તેનાથી દૂર રહેવું કે જ્યારે અંડપાત અપેક્ષિત હોય. આ સમય દરમિયાન ફલનની તક ખૂબ વધુ હોય છે, તેને ફલન સમય કહે છે. આ પ્રમાણે આ સમય દરમિયાન મૈથુન ન કરવાથી ગર્ભધારણથી બચી શકાય છે. બાહ્ય સ્ખલન અથવા મૈથુન અંતરાલ (જાતીય સમાગમ-coitus interruptus) એક અન્ય પદ્ધતિ છે જેમાં પુરુષસાથી મૈથુન દરમિયાન વીર્યસ્ખલનથી તરત પહેલાં યોનિમાંથી પોતાના શિશ્નને બહાર કાઢી વીર્યસેચન (insemination)થી બચી શકે છે. દુગ્ધસ્રવણ અમેનોરિયા (lactational amenorrhea) (ઋતુચક્રની ગેરહાજરી) પદ્ધતિ પણ એ જ તથ્ય ઉપર નિર્ભર કરે છે કે, પ્રસવ બાદ તરત જ ભરપૂર દુધસ્રવણ દરમિયાન અંડપાત અને તેથી ઋતુચક્ર શરૂ થતું નથી. એટલા માટે જેટલા દિવસો સુધી માતા બાળકને સંપૂર્ણ સ્તનપાન કરાવવાનું ચાલુ રાખે, ત્યાં સુધી ગર્ભધારણની તકો લગભગ શૂન્ય હોય છે. જોકે આ પદ્ધતિ પ્રસૂતિ બાદના મહત્તમ લગભગ છ (6) માસ સુધી જ અસરકારક હોય છે. જોકે ઉપર્યુક્ત પદ્ધતિઓમાં કોઈ દવા અથવા સાધનોનો ઉપયોગ થતો નથી તેથી તેની આડઅસરો નહિવત્ હોય છે. જોકે તેના નિષ્ફળ જવાનો દર ખૂબ ઊંચો હોય છે.

અવરોધ પદ્ધતિઓ અંતર્ગત અવરોધકોની મદદથી અંડકોષ અને શુક્રકોષને ભૌતિક સીધા સંપર્કમાં આવતા રોકવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિઓ પુરુષો અને સ્ત્રીઓ બંને માટે ઉપલબ્ધ છે. નિરોધ (આકૃતિ 3.1 a, b) એ અવરોધક છે જેને પાતળા રબર/લેટેક્સથી બનાવાય છે જેના ઉપયોગથી પુરુષના શિશ્ન કે સ્ત્રીની યોનિ તથા ગ્રીવાને મૈથુનથી થોડાક સમય પહેલાં ઢાંકવામાં આવે છે. જેથી સ્ખલિત વીર્ય સ્ત્રીના જનનમાર્ગમાં દાખલ ન થઈ શકે. જે ગર્ભાધાનથી બચાવે છે. ‘નિરોધ’ પુરુષ માટેના કોન્ડોમનો સુપ્રસિદ્ધ મારકો (brand) છે. કોન્ડોમનો ઉપયોગ હાલના સમયમાં વધ્યો છે જેનાં કારણોમાં તેનો વધારાનો ફાયદો એ છે કે તે ઉપયોગ કરનારને જાતીય સંક્રમિત રોગો અને એઈડ્સથી બચાવે છે. પુરુષ અને સ્ત્રી બંનેના કોન્ડોમ્સ નિકાલજોગ હોય છે, તેને જાતે જ પહેરી દાખલ કરી શકાય તેવા હોય છે અને તેથી ઉપયોગકર્તાની ગોપનીયતા બની રહે છે. આંતરપટલ (diaphragms), ગ્રીવા ટોપી અને વોલ્ટ્સ પણ રબરના બનેલ અવરોધકો છે. જેને સ્ત્રીઓના પ્રજનનમાર્ગમાં મૈથુન દરમિયાન ગ્રીવાને ઢાંકવા દાખલ કરાય છે. તેઓ ગ્રીવા દ્વારા શુક્રકોષોના પ્રવેશને અટકાવી ગર્ભધારણને રોકે છે. તે પુનઃઉપયોગી છે. આ અવરોધકોની સાથે-સાથે શુક્રાણુનાશક કીમ, જેલ અને ફોમનો ઉપયોગ તેમની ગર્ભનિરોધક-ક્ષમતામાં વધારો કરવા વપરાય છે.

અન્ય અસરકારક અને પ્રચલિત પદ્ધતિ અંતઃ ગર્ભાશય ઉપાયો (IUDs)નો ઉપયોગ છે. આ સાધનને ડૉક્ટર્સ કે નિષ્ણાત નર્સ દ્વારા યોનિમાર્ગ દ્વારા ગર્ભાશયમાં દાખલ કરાય છે. આ અંતઃ ગર્ભાશય ઉપાય હાલમાં બિનઔષધીય IUDs (ઉદાહરણ : આંકડી-Lippes loop), કોપરમુક્ત કરતું IUDs (CuT, Cu7, મલ્ટિલોડ 375) (આકૃતિ 3.2) અને અંતઃસ્ત્રાવમુક્ત કરતા IUDs (પ્રોજેસ્ટાસર્ટ, LNG-20) ઉપલબ્ધ છે. IUDs ગર્ભાશયની અંદર શુક્રકોષોના ભક્ષણ (phagocytosis)માં વધારો પ્રેરે છે અને મુક્ત થતા Cu આયન શુક્રકોષોની ગતિશીલતા (ચલિતતા) અને ફલન-ક્ષમતાને અવરોધે છે. આ ઉપરાંત અંતઃસ્ત્રાવ મુક્ત કરતા IUDs, ગર્ભાશયને ગર્ભધારણ માટે અયોગ્ય બનાવે છે



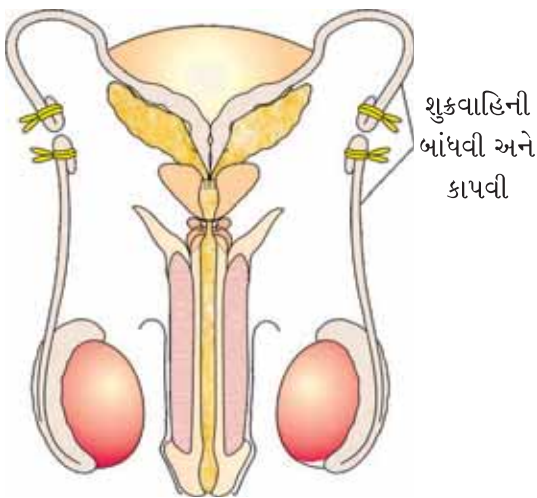
અને ગ્રીવાને શુક્રોષોની વિરોધી બનાવે છે. IUDs એ જે સ્ત્રીઓ ગર્ભધારણમાં વિલંબ અને / અથવા બાળકો વચ્ચે અવકાશ ઈચ્છે છે તેના માટે આદર્શ ગર્ભનિરોધક છે. ભારતમાં વ્યાપક રીતે સ્વીકૃત ગર્ભનિરોધક પદ્ધતિઓ પૈકીની એક છે.

સ્ત્રીઓ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવામાં આવતો એક અન્ય ગર્ભનિરોધક પ્રોજેસ્ટોજેન્સ અથવા પ્રોજેસ્ટોજેન-ઈસ્ટ્રોજેનનું સંયોજન છે કે જેને થોડી માત્રામાં મોં દ્વારા લેવામાં આવે છે. તેઓનો ગોળીઓના સ્વરૂપમાં ઉપયોગ થાય છે અને તેથી તેને લોકપ્રિય રીતે **પિલ્સ (pills)** કહે છે. પિલ્સ, ઋતુચક્રના પ્રથમ પાંચ દિવસ દરમિયાન લેવાની શરૂ કરવી જોઈએ અને સતત 21 દિવસ રોજ લેવી જોઈએ. 7 દિવસના અંતરાલ (કે જ્યારે ઋતુસ્રાવ ચાલુ હોય) બાદ ફરીથી જ્યાં સુધી સ્ત્રી ગર્ભધારણને રોકવા ઈચ્છે છે, ત્યાં સુધી આ જ પદ્ધતિને પુનરાવર્તિત કરવામાં આવે છે. આ અંડપાત અને ગર્ભસ્થાપનને અવરોધે છે. ઉપરાંત ગ્રીવા ત્યાં સુધી શ્લેષ્મની ગુણવત્તા બદલે છે અને શુક્રોષોના પ્રવેશને અટકાવ/ રૂકાવટ ઊભી કરે છે. પિલ્સ ઓછી આડઅસરો સાથે ખૂબ અસરકારક છે અને સ્ત્રીઓ દ્વારા સારી રીતે અપનાવવામાં આવેલ છે. સહેલી - મુખ દ્વારા લેવામાં આવતી નવી ગર્ભનિરોધક ગોળી છે, તે બિનસ્ટેરોઈડલ બનાવટ છે. તે પિલ્સ ‘અઠવાડિયે એક વાર’ લેવાય છે જે ઓછી આડઅસરો અને ઊંચું ગર્ભનિરોધક મૂલ્ય ધરાવે છે.

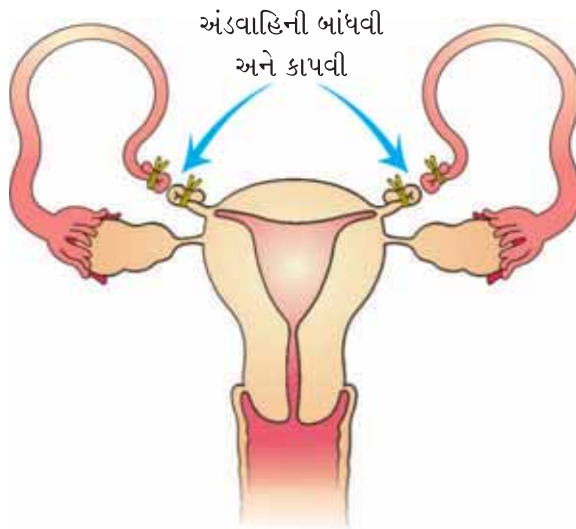


આકૃતિ 3.3 : આરોપણ

પ્રોજેસ્ટોજન એકલું અથવા ઈસ્ટ્રોજન સાથે સંયોજિત કરી સ્ત્રીઓ દ્વારા ઈન્જેક્શન તરીકે ઉપયોગ થઈ શકે અથવા તેમના દ્વારા ત્વચાની નીચે પ્રત્યારોપિત કરવામાં આવે છે (આકૃતિ 3.3). તેની કાર્યપ્રણાલી પિલ્સ જેવી જ છે અને તેનો અસરકારક સમય ઘણો લાંબો હોય છે. મૈથુનના 72 કલાકની અંદર પ્રોજેસ્ટોજન અથવા પ્રોજેસ્ટોજન-ઈસ્ટ્રોજન સંયોજનો કે IUDsનો ઉપયોગ આપાતકાલીન ગર્ભનિરોધક તરીકે ખૂબ અસરકારક છે અને તેને બળાત્કાર અથવા અણધાર્યા અસુરક્ષિત જાતીય સમાગમને કારણે સંભવિત ગર્ભધારણથી બચવા માટે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 3.4 : (a) પુરુષ નસબંધી



આકૃતિ 3.4 : (b) સ્ત્રી નસબંધી



માતાના મૃત્યુદર અને રોગિષ્ઠતાને પરિણામે અને ગેરકાનૂની ગર્ભપાતને ઘટાડવા માટે ભારત સરકાર દ્વારા પ્રેરિત ગર્ભપાત (દાકતરી ગર્ભ-નિકાલ – MTP – medical termination of pregnancy)ના કાયદામાં 2017માં સુધારો કરાયો છે. આ કાયદા અનુસાર ગર્ભધાન પામેલ સ્ત્રી કેટલાંક કારણસર 12 અઠવાડિયાંના ગર્ભનો ગર્ભપાત માન્ય એક ડૉક્ટર દ્વારા કરાય છે. જો ગર્ભધાન 12 અઠવાડિયાં કરતાં વધારે પરંતુ 24 અઠવાડિયાં ઓછી હોય તો ચોક્કસપણે બે માન્ય ડૉક્ટરોની સલાહ લેવી જેથી વિશ્વસનીય જરૂરિયાત પ્રમાણે ગર્ભપાત કરી શકાય. નીચે આપેલ બાબતો માટે પ્રેરિત ગર્ભપાત કરાવી શકાય :

- (i) સતત ગર્ભધાનથી સર્જાતું ગર્ભવતી સ્ત્રીના જીવનનું જોખમ કે તેણીના શારીરિક કે માનસિક સ્વાસ્થ્યને થતી ગંભીર ઈજા માટે અથવા
- (ii) જન્મનાર બાળ નોંધપાત્ર જોખમી હોય કે જે શારીરિક કે માનસિક અનિયમિતતા જેવી ઘટનાને લીધે ગંભીર વિકલાંગતા પામે.

વાઢકાપ પદ્ધતિઓને વંધીકરણ (sterilisation) પણ કહે છે, જે સામાન્ય રીતે પુરુષ / સ્ત્રી સાથીને ગર્ભધારણને રોકવાની અંતિમ પદ્ધતિ તરીકે સૂચવવામાં આવે છે. વાઢકાપ હસ્તક્ષેપથી જનનકોષોના વહનને અટકાવી અને ગર્ભસ્થાપનને અટકાવાય છે. નરમાં વંધીકરણની પ્રક્રિયાને ‘પુરુષ નસબંધી’ (vasectomy) કહે છે અને તે જ રીતે સ્ત્રીઓમાં તેને ‘સ્ત્રી નસબંધી’ (tubectomy) કહે છે. પુરુષ નસબંધીમાં શુક્રવાહિનીના નાના ભાગને દૂર કરવો અથવા વૃષણકોથળી (scrotum) ઉપર નાનો કાપ મૂકી બાંધી દેવામાં આવે છે (આકૃતિ 3.4 (a)). જ્યારે સ્ત્રી નસબંધી, અંડવાહિનીનો નાનો ભાગ દૂર કરવામાં આવે છે (આકૃતિ 3.4 (b)) અને ઉદરમાં અથવા યોનિ દ્વારા નાનો કાપ મૂકી બાંધવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિઓ ખૂબ જ અસરકારક છે પરંતુ તેની પુનઃ સ્થાપિતતા ઘણી નબળી છે.

યોગ્ય ગર્ભનિરોધક પદ્ધતિની પસંદગી પર ભાર મૂકવો આવશ્યક છે અને તેનો ઉપયોગ યોગ્ય તબીબી નિષ્ણાતોની સલાહ પ્રમાણે કરવો જોઈએ. એ પણ યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યની સંભાળ માટે ગર્ભનિરોધકોની નિયમીત જરૂરિયાત નથી. હકીકતમાં, તે કુદરતી પ્રાજનનિક ઘટનાક્રમ વિરુદ્ધ કાર્ય કરે છે, એટલે કે ગર્ભાવસ્થા / ગર્ભધારણ. આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ ગર્ભધારણનો અટકાવ કે તેને વિલંબિત કરવા અથવા વ્યક્તિગત કારણોસર ગર્ભધારણમાં અવકાશ લાવવા માટે કરવામાં આવે છે. નિઃસંદેહ, આ પદ્ધતિઓનો વ્યાપક ઉપયોગ અનિયંત્રિત વસ્તીવૃદ્ધિને અટકાવવામાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. તેમ છતાં, તેમની શક્ય ખરાબ અસર જેવી કે ઉબકા, ઉદરમાં દુખાવો, રક્તસ્રાવ, અનિયમિત ઋતુસ્રાવ અથવા સ્તન કેન્સર કે જે ખૂબ સામાન્ય રીતે જોવા મળતા નથી, છતાં પણ તેને સંપૂર્ણ અવગણી ન શકાય.

3.3 દાકતરી ગર્ભપાત (પ્રેરિત ગર્ભપાત) (Medical Termination of Pregnancy- MTP)

ગર્ભધારણના પૂર્ણ સમય પહેલાં ઈરાદાપૂર્વક અથવા સ્વૈચ્છિક ગર્ભપાતને દાકતરી ગર્ભપાત (MTP) અથવા પ્રેરિત ગર્ભપાત કહે છે. સામાન્ય રીતે સમગ્ર વિશ્વમાં એક વર્ષમાં આશરે 45 થી 50 મિલિયન MTPs કરવામાં આવે છે કે જે એક વર્ષમાં કરાતા ગર્ભધારણની સંખ્યાના પાંચમા ભાગ ($1/5^{th}$) જેટલા છે. આમ તો, MTP વસ્તી-ઘટાડામાં અગત્યની ભૂમિકા ભજવે છે. પરંતુ તે તેનો હેતુ નથી. MTPને સ્વીકારવી / કાયદાકીય બનાવવી તે ઘણા દેશો માટે ચર્ચાનો વિષય છે; કારણ કે તેની સાથે ભાવનાત્મક, નૈતિક, ધાર્મિક અને સામાજિક પ્રશ્નો સંકળાયેલ છે. ભારત સરકારે MTPના દુરુપયોગને ટાળવા માટે 1971માં સખત જોગવાઈઓ સાથે તેને કાયદાકીય કરેલ છે. આ પ્રકારનો પ્રતિબંધ અનઅધિકૃત અથવા ગેરકાનૂની સ્ત્રી ભ્રૂણહત્યા તથા ભેદભાવને રોકવા માટે મકવામાં આવ્યો, કે જે હજુ પણ ભારતમાં વધ નોંધાય છે.

MTP શા માટે? દેખીતી રીતે તેનો જવાબ સામાન્ય અસુરક્ષિત સમાગમ અથવા સમાગમ દરમિયાન ઉપયોગમાં લેવાયેલ ગર્ભનિરોધકની નિષ્ફળતા કે બળાત્કારને કારણે અનૈચ્છિક ગર્ભધારણથી છૂટકારો મેળવવો એવો થાય છે. MTP ખાસ કિસ્સાઓ જેવા કે સતત ગર્ભધારણ કે જે માતા કે બાળક અથવા બંને માટે હાનિકારક અથવા ઘાતક હોય તેના માટે પણ આવશ્યક છે.

ગર્ભધારણના પહેલા ત્રણ મહિના દરમિયાન એટલે કે ગર્ભધારણના 12 અઠવાડિયાં સુધીમાં કરવામાં આવેલ MTP વધુ સુરક્ષિત મનાય છે. બીજા ત્રણ મહિનામાં કરવામાં આવતો ગર્ભપાત ખૂબ જોખમી છે. આ સંદર્ભમાં સૌથી વધુ પરેશાન કરતી એક બાબત એ છે કે માત્ર મોટા ભાગની MTP ગેરકાનૂની રીતે અકુશળ (ગેરલાયક) વ્યક્તિ પાસે કરાવવામાં આવે છે કે જે માત્ર અસુરક્ષિત જ નહિ પરંતુ ઘાતક પણ છે. અન્ય ખતરનાક પ્રવૃત્તિ ન જન્મેલા બાળકના જાતિ-પરીક્ષણ માટે એમ્નિઓસેન્ટેસિસ



(ઉલ્વજળ કસોટી)નો દુરુપયોગ છે. અવારનવાર એવું જોવા મળ્યું છે કે, ગર્ભ માદા હોય તો - MTP કરાવવામાં આવે છે. આ સંપૂર્ણ રીતે કાયદાની વિરુદ્ધ છે. આ પ્રવૃત્તિઓને ટાળવી જોઈએ કારણ કે આ યુવા માતા અને ગર્ભ બંને માટે ઘાતક છે. અસુરક્ષિત મૈથુનને ટાળવા માટે અસરકારક પરામર્શ અને ગેરકાનૂની ગર્ભપાતનાં જોખમી પરિબલોની સાથે-સાથે વધુ સ્વાસ્થ્ય-સુવિધાઓ પૂરી પાડી બિનઆરોગ્યપ્રદ વલણને અટકાવી શકાય છે.

3.4 જાતીય સંક્રમિત ચેપ (Sexually Transmitted Infections - STIs)

જે ચેપ અથવા રોગો કે જે જાતીય સમાગમ દ્વારા સંક્રમિત થતા હોય તેને સામૂહિક રીતે જાતીય સંક્રમિત ચેપ (STI) અથવા યૌન સંબંધિત રોગો (venereal diseases - VD) અથવા પ્રજનનમાર્ગના ચેપ (reproductive tract infections-RTI) કહે છે. ગોનોરિયા, સિફિલિસ, જનનાંગીય હર્પિસ, ક્લેમાડિયાસિસ, જનનાંગીય મસા, ટ્રાયકોમોનિઆસિસ, હિપેટાઈટીસ-બી અને અલબત્ત, તાજેતરનાં વર્ષોમાં સૌથી વધુ ચર્ચિત HIV ચેપ જે AIDSમાં પરિણમે છે. આ બધા કેટલાક સામાન્ય STIs છે. આમાંનો HIVનો ચેપ સૌથી ખતરનાક છે જેની ગહન ચર્ચા પ્રકરણ 7માં કરેલી છે.

આમાંના કેટલાક ચેપો જેવા કે હિપેટાઈટીસ-બી અને HIV સંક્રમિત વ્યક્તિ માટે વપરાયેલ ઈન્જેક્શનની સોય, વાઢકાપનાં સાધનો વગેરેના ઉપયોગથી પણ ફેલાય છે. રુધિરાધાન અથવા ચેપી માતાથી તેના ગર્ભસ્થ શિશુમાં પણ સંચારિત થાય છે. હિપેટાઈટીસ-બી, જનનાંગિય હર્પિસ અને HIV ચેપ સિવાયના અન્ય રોગોનું જો વહેલા નિદાન થાય અને યોગ્ય સારવાર મળે તો તે સંપૂર્ણપણે સાધ્ય છે. મોટા ભાગના આ રોગોના શરૂઆતનાં ચિહ્નો ખૂબ જ ગોણા હોય છે જેવા કે જનનાંગિય વિસ્તારમાં ખંજવાળ, પ્રવાહીસ્રાવ, સામાન્ય દુઃખાવો, સોજો વગેરે છે. ઘણી વાર સંક્રમિત સ્ત્રીઓમાં આ રોગોનાં ચિહ્નો દેખાતાં નથી અને તેથી તે લાંબા સમય સુધી અનિદાનીત રહે છે. ચેપની શરૂઆતની અવસ્થામાં ચિહ્નોનું ન દેખાવવું અથવા ઓછાં લક્ષણો દેખાવવા અને STIsથી જોડાયેલ સામાજિક કલંકનો ડર, સંક્રમિત વ્યક્તિને સમયસર નિદાન અને ઉચિત ઉપચારથી રોકે છે. આ આગળ જતાં સમસ્યામાં વધારો કરે છે, જેમાં નિતંબની બળતરાના રોગો (pelvic inflammatory diseases-PID), ગર્ભપાત, મૃત બાળકનો જન્મ, ગર્ભાશયની બહાર અંડવાહિનીમાં ગર્ભધારણ (ectopic pregnancies), અફળદ્રુપતા અથવા પ્રજનનમાર્ગનું કેન્સર થઈ શકે છે. STIs સ્વસ્થ સમાજ માટે મોટો ખતરો છે. તેટલા માટે આવા રોગોની શરૂઆતની અવસ્થામાં નિવારણ અથવા નિદાન અને સારવારને પ્રજનન સ્વાસ્થ્ય-સંભાળ કાર્યક્રમોમાં પ્રાથમિકતા આપવામાં આવે છે. જોકે તમામ વ્યક્તિઓ ચેપોથી સંવેદનશીલ હોવા છતાં 15-24 વર્ષોની વયજૂથના વ્યક્તિઓમાં કે જે વયજૂથમાં તમે પણ આવો છો તેમાં વધુ હોવાનું જણાવાયું છે. ભયભીત થવા માટેનું કોઈ કારણ નથી કારણ કે નિવારણ શક્ય છે. નીચે આપેલા સરળ સિદ્ધાંતોને અનુસરીને વ્યક્તિ આ ચેપમાંથી મુક્ત થઈ શકે છે :

- અજાણ્યા સાથીઓ/ઘણા સાથીઓ સાથેના જાતીય સંબંધને ટાળવો.
- જાતીય સમાગમ દરમિયાન હંમેશાં નિરોધનો ઉપયોગ કરો.
- કોઈ પણ શંકાના કિસ્સામાં, વ્યક્તિએ પ્રારંભિક નિદાન અને જો ચેપનું નિદાન થાય તો સંપૂર્ણ સારવાર માટે યોગ્ય ડોક્ટર પાસે જવું.

3.5 અફળદ્રુપતા/વંધ્યતા (Infertility)

પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્યની ચર્ચા અફળદ્રુપતા (વંધ્યત્વ)ના ઉલ્લેખ વગર અધૂરી છે. ભારત સહિત પૂરી દુનિયામાં મોટી સંખ્યામાં દંપતિઓ અફળદ્રુપ છે. એટલે કે, તેઓ અસુરક્ષિત જાતીય સહવાસ છતાં પણ બાળક પેદા કરવા માટે



અસમર્થ હોય છે. આનાં અનેક કારણો હોઈ શકે છે. જેવાં કે શારીરિક, જન્મજાત રોગો, દવાઓ, પ્રતિરક્ષાસંબંધી અથવા મનોવૈજ્ઞાનિક પણ. ભારતમાં સામાન્ય રીતે દંપતિને બાળક ન થવાનો દોષ સ્ત્રીઓને આપવામાં આવે છે; પરંતુ સામાન્યતઃ એવું ન હોતા આ સમસ્યા પુરુષસાથીમાં પણ હોઈ શકે છે. વિશિષ્ટ સ્વાસ્થ્યસંભાળ કેન્દ્ર (વંધ્યત્વ નિવારણ ચિકિત્સાલય વગેરે) નિદાનમાં મદદ કરે છે અને કેટલીક આવી અનિયમિતતાની સાચી સારવાર કરી અને દંપતિઓને બાળક પ્રાપ્ત કરાવે છે. આમ છતાં, જ્યાં ખામીઓને સારી કરવી શક્ય ન હોય, ત્યાં કેટલીક વિશિષ્ટ પદ્ધતિઓ કે જે સહાયક પ્રજનન પદ્ધતિઓ (assisted reproductive technologies-ART) તરીકે સામાન્ય રીતે જાણીતી છે, તેની સહાયથી દંપતિઓ બાળકો પ્રાપ્ત કરે છે.

ઈન વિટ્રો ફલન (In vitro fertilization-IVF)-શરીરની બહાર લગભગ શરીરની અંદર જેવી સ્થિતિમાં ફલન) **બ્રૂણ-સ્થળાંતરણ (embryo transfer-ET)**ને લગતી પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિ પ્રચલિત રીતે ટેસ્ટટ્યૂબ બેબી કાર્યક્રમ તરીકે જાણીતી છે, જેમાં પત્ની/દાતા (સ્ત્રી)નો અંડકોષ અને પતિ/દાતા (પુરુષ)ના શુક્રકોષને એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને પ્રયોગશાળામાં યોગ્ય (simulated) પરિસ્થિતિમાં ફલિતાંડના નિર્માણને પ્રેરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ ફલિતાંડ અથવા પ્રારંભિક બ્રૂણ (8 સુધીના ગર્ભકોષી કોષો ધરાવતો)ને અંડવાહિનીમાં સ્થાનાંતરિત કરાવવામાં આવે છે (**ફલિતાંડ અંતઃ અંડવાહિની સ્થાનાંતરણ-zygote intra fallopian transfer-ZIFT**) અને 8 કરતા વધુ ગર્ભકોષી કોષોયુક્ત બ્રૂણને આગળનો વિકાસ પૂર્ણ કરવા ગર્ભાશયમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે (**અંતઃ ગર્ભાશય સ્થાનાંતર-intra uterine transfer-IUT**). જે સ્ત્રીઓમાં ગર્ભધારણની સમસ્યા હોય તેમની સહાયતા માટે **ઈન વિવો (In vivo)** ફલન (સ્ત્રીના શરીરમાં જ જનનકોષોનું સંયોજન)થી બનતા બ્રૂણને પણ સ્થાનાંતરણ માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

એવા કિસ્સાઓમાં કે જ્યાં સ્ત્રીઓ અંડકોષો ઉત્પન્ન કરી શકતી નથી, પરંતુ તે ફલન અને આગળના વિકાસ માટેનું યોગ્ય પર્યાવરણ પૂરું પાડી શકે છે એમના માટે એક અન્ય પદ્ધતિ અપનાવાય છે, જેમાં દાતામાંથી અંડકોષ લઈ એ સ્ત્રીની અંડવાહિનીમાં સ્થાનાંતરિત (**GIFT - gamete intra fallopian transfer**) કરવામાં આવે છે. પ્રયોગશાળામાં બ્રૂણ બનાવવાની એક અન્ય વિશિષ્ટ પદ્ધતિ **અંતઃ કોષરસીય શુક્રકોષ નિક્ષેપણ (ICSI - intra cytoplasmic sperm injection)** છે. જેમાં શુક્રકોષને સીધેસીધો અંડકોષમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. વંધ્યતા કે અફળદ્રુપતા એ તેની પુરુષસાથી સ્ત્રીમાં વીર્ય દાખલ કરવા સક્ષમ ન હોવાને કારણે અથવા સ્ખલનમાં શુક્રકોષની સંખ્યા ખૂબ ઓછી હોવાને કારણે હોય છે. તેને **કૃત્રિમ વીર્યસેચન (AI - artificial insemination)** પદ્ધતિ દ્વારા ઠીક કરી શકાય છે. આ પદ્ધતિમાં વીર્યને પતિમાંથી અથવા સ્વસ્થ દાતામાંથી એકત્રિત કરવામાં આવે છે. જેને કૃત્રિમ રીતે સ્ત્રીના યોનિમાર્ગમાં અથવા ગર્ભાશયમાં દાખલ કરવામાં આવે છે (**IUI-અંતઃ ગર્ભાશય વીર્યસેચન - intra uterine insemination**).

જોકે, વિકલ્પો ઘણા છે પરંતુ આ બધી પદ્ધતિમાં વિશિષ્ટ નિષ્ણાતો અને મોંઘાં સાધનો દ્વારા ચોક્કસાઈપૂર્વકના સંચાલનની જરૂર હોય છે. તેથી આ સવલતો હાલમાં આપણા દેશમાં ખૂબ જ ઓછાં કેન્દ્રોમાં ઉપલબ્ધ છે. દેખીતી રીતે આનો લાભ ખૂબ જ મર્યાદિત સંખ્યાના લોકોને પરવડે છે. આ પદ્ધતિઓને અપનાવવામાં ભાવનાત્મક, ધાર્મિક અને સામાજિક પરિબળો પણ અડચણરૂપ બને છે. આ બધી પદ્ધતિઓનું અંતિમ લક્ષ્ય સંતાનપ્રાપ્તિ છે. ભારતમાં અનેક અનાથ અને નિરાધાર બાળકો છે, તેમની જો દેખરેખ નહિ કરવામાં આવે તો તે કદાચ પુખ્તતા સુધી જીવિત રહી ન શકે. આપણા દેશનો કાયદો બાળકને કાનૂની રીતે ગોદ લેવાની પરવાનગી આપે છે અને જે દંપતિ માતાપિતા બનવા ઇચ્છુક છે તેમના માટેની આ ખૂબ સારી પદ્ધતિ છે.



સારાંશ

પ્રજનન સ્વાસ્થ્યને પ્રજનનસંબંધિત બધાં જ પાસાંઓ જેવાં કે શારીરિક, ભાવનાત્મક, વર્તનાત્મક અને સામાજિક સ્વાસ્થ્યના સંદર્ભે જોવામાં આવે છે. દુનિયામાં આપણો દેશ પહેલો એવો દેશ છે જેને રાષ્ટ્રીય સ્તર ઉપર પ્રજનનિક સ્વસ્થ સમાજ પ્રાપ્ત કરાવવા યોજનાઓ બનાવી.

પ્રજનનિક સ્વાસ્થ્યનાં પ્રાથમિક પગલાં તરીકે પ્રજનન અંગો, કિશોરાવસ્થા અને તેને લગતા ફેરફારો, સુરક્ષિત અને સ્વચ્છતાપૂર્ણ જાતીય ક્રિયાઓ, જાતીય સંક્રમિત ચેપ (SITs), AIDS વગેરે અંગે લોકો સાથે પરામર્શ અને જાગૃતિ પેદા કરવી, એ પ્રજનનિક સ્વાસ્થ્ય તરફનું પ્રથમ પગલું છે. સમસ્યાઓ જેવી કે ઋતુસ્રાવમાં અનિયમિતતા, ગર્ભધારણસંબંધિત પાસાંઓ, પ્રસૂતિ, પ્રેરિત ગર્ભપાત, STIs, જન્મ-નિયંત્રણ, અફળદ્રુપતા (વંધ્યતા), પ્રસવ બાદ બાળક અને માતાની દેખરેખ સંબંધી તબીબી સુવિધાઓ અને સંભાળ પૂરી પાડવી એ અગત્યના પ્રજનન અને બાળસ્વાસ્થ્ય સંભાળ કાર્યક્રમોનાં પાસાં છે.

આપણા દેશમાં પ્રજનન-સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો દેખાઈ રહ્યો છે; જેમકે માતા અને બાળ મૃત્યુદરમાં ઘટાડો, જાતીય સંક્રમિત રોગોનું વહેલું નિદાન અને દેખરેખ, વંધ્ય દંપતિને મદદ વગેરે સારી થઈ રહી છે. સ્વાસ્થ્ય-સુવિધાઓમાં સુધારો અને રહેવાની સારી પરિસ્થિતિના લીધે વિસ્ફોટક વસ્તીવૃદ્ધિને પ્રોત્સાહન મળેલ છે. આ પ્રકારની વૃદ્ધિએ ગર્ભનિરોધક પદ્ધતિના સઘન પ્રચારને અનિવાર્ય બનાવ્યો છે. આજે વિવિધ ગર્ભનિરોધકોના વિકલ્પો ઉપલબ્ધ છે જેવા કે કુદરતી, પ્રણાલિગત, અવરોધક, IUDs, પિલ્સ, દાખલ કરવાવાળા (injectables), આરોપણ (implants) અને વાઢકાપ પદ્ધતિઓ. પ્રજનનિક સ્વાસ્થ્યની સંભાળ માટે ગર્ભનિરોધકોની કાયમી જરૂરિયાત નથી. આનો ઉપયોગ ગર્ભધારણને ટાળવા અથવા વિલંબિત કરવા અથવા ગર્ભધારણમાં અવકાશ લાવવા કરવામાં આવે છે.

દાક્તરી ગર્ભપાત આપણા દેશમાં કાયદાકીય છે. MTP સામાન્ય રીતે અનૈચ્છિક ગર્ભધારણ કે જે બળાત્કાર, અસુરક્ષિત સંબંધ વગેરેને કારણે હોય તેનાથી છૂટકારો મેળવવા માટે ઉપરાંત સતત ગર્ભધારણ કે જે માતા અથવા ગર્ભ અથવા બંને માટે નુકસાનકારક અથવા ઘાતક હોય ત્યારે કરવામાં આવે છે.

જે રોગો અથવા ચેપ જાતીય સમાગમ દ્વારા સંક્રમિત થતા હોય તેને જાતીય સંક્રમિત ચેપ (STIs) કહે છે. નિતંબની બળતરાનો રોગ (PIDs), મૃત બાળકનો જન્મ, વંધ્યત્વ એ પૈકીની કેટલીક સમસ્યાઓ છે. વહેલું નિદાન આવા રોગોને મટાડવામાં મદદરૂપ થાય છે. અજાણ્યા સાથીઓ / ઘણા સાથીઓ સાથેના જાતીય સંબંધને ટાળવા, મૈથુન દરમિયાન હંમેશાં નિરોધનો ઉપયોગ એ કેટલાક STIsના અટકાવ માટેના સરળ ઉપાયો છે.

બે વર્ષ સુધી મુક્ત અથવા અસુરક્ષિત સહવાસ પછી પણ ગર્ભધારણ ન થાય કે બાળકો પેદા ન થાય તો તેને વંધ્યત્વ કહે છે. આવાં નિઃસંતાન દંપતિઓની મદદ માટે હવે વિવિધ પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે. ઈન વિટ્રો ફલન પછી માદા જનનમાર્ગમાં ભ્રૂણનું સ્થાનાંતર એક આવી પદ્ધતિ છે અને તે સામાન્ય રીતે ‘ટેસ્ટટ્યૂબ બેબી’ કાર્યક્રમ તરીકે જાણીતી છે.



સ્વાધ્યાય

1. સમાજમાં પ્રાજનનિક-સ્વાસ્થ્યના મહત્વના સંદર્ભમાં તમે શું વિચારો છો ?
2. વર્તમાન સમયમાં ખાસ ધ્યાન આપવાની જરૂર હોય તેવા પ્રાજનનિક-સ્વાસ્થ્યનાં પાસાંઓ સૂચવો.
3. શું શાળાઓમાં જાતીયશિક્ષણ જરૂરી છે ? શા માટે ?
4. શું તમે વિચારો છો આપણા દેશમાં છેલ્લાં 50 વર્ષોમાં પ્રજનન-સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો થયો છે ? જો હા, તો કેટલાંક સુધારા થયેલ આવા ક્ષેત્રો જણાવો.
5. વસ્તી-વિસ્ફોટનાં સૂચિત કારણો કયાં છે ?
6. ગર્ભનિરોધકોનો ઉપયોગ શું ન્યાયી (યોગ્ય) છે ? કારણો આપો.
7. જનનપિંડોનું દૂર કરવું એ ગર્ભનિરોધકનો વિકલ્પ નથી. શા માટે ?
8. જાતિ-પરીક્ષણ માટે એમ્નિઓસેન્ટેસિસ પરીક્ષણ આપણા દેશમાં પ્રતિબંધિત છે. શું આ પ્રતિબંધ જરૂરી છે ? ટિપ્પણી કરો.
9. વંધ્ય દંપતિઓને સંતાનપ્રાપ્તિના હેતુમાં મદદકર્તા થતી કેટલીક સહાયક પ્રજનન પદ્ધતિઓ સૂચવો.
10. કોઈ વ્યક્તિએ જાતીય સંક્રમિત રોગોના સંપર્કથી બચવા માટે કયા ઉપાયો અપનાવવા જોઈએ ?
11. આપેલ વિધાનો સાચાં/ખોટાં સમજાવો :
 - (a) ગર્ભપાત સ્વયંભૂ પણ થઈ શકે છે. (સાચું/ખોટું)
 - (b) વંધ્યતાને જીવી શકે તેવું (સક્ષમ) બાળક પેદા કરવા માટેની અસમર્થતા તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે અને હંમેશાં સ્ત્રીસાથીમાં અસાધારણતા/ખામીઓને કારણે છે. (સાચું/ખોટું)
 - (c) સંપૂર્ણ દૂધસ્રવણ એ કુદરતી ગર્ભનિરોધક પદ્ધતિ તરીકે મદદકર્તા છે. (સાચું/ખોટું)
 - (d) લોકોના પ્રજનન-સ્વાસ્થ્ય સુધારવા હેતુ પ્રજનનસંબંધિત પાસાંઓની બાબતમાં જાગૃતતા પેદા કરવી એ એક અસરકારક ઉપાય છે. (સાચું/ખોટું)
12. નીચેનાં વિધાનોને સાચાં કરો :
 - (a) ગર્ભનિરોધકની વાઢકાપ પદ્ધતિઓ જનનકોષોના નિર્માણને રોકે છે.
 - (b) બધા જ જાતીય સંક્રમિત રોગો સંપૂર્ણ રીતે મટી શકે તેવા છે.
 - (c) ગ્રામ્ય વિસ્તારની સ્ત્રીઓમાં મોં દ્વારા લેવાતી પિલ્સ એ ખૂબ પ્રચલિત ગર્ભનિરોધક છે.
 - (d) E.T. પદ્ધતિઓમાં, ભ્રૂણને હંમેશાં ગર્ભાશયમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે.

એકમ 7

જનીનવિદ્યા અને ઉદ્વિકાસ

(Genetics and Evolution)

પ્રકરણ 4

આનુવંશિકતા અને
ભિન્નતાના સિદ્ધાંતો

પ્રકરણ 5

આનુવંશિકતાનો આણ્વિક
આધાર

પ્રકરણ 6

ઉદ્વિકાસ

મેન્ડલ તથા તેમના અનુયાયીઓના કાર્યએ આનુવંશિક નમૂનાઓનો આપણને વિચાર આપ્યો. તેમ છતાં ‘કારકો’ કે જે સ્વરૂપ પ્રકાર (phenotype)ને નિર્દેશિત કરે છે તેની પ્રકૃતિ સ્પષ્ટ ન હતી. આ ‘કારકો’ આનુવંશિકતાનો જનીનિક આધાર રજૂ કરે છે તથા આનુવંશિક દ્રવ્યની સંરચના તેમજ જનીનપ્રકાર (genotype) અને સ્વરૂપ પ્રકારના રૂપાંતરણનો રચનાકીય આધાર સમજવા આગામી શતાબ્દિ માટે જીવવિજ્ઞાનમાં ધ્યાન કેન્દ્રિત બન્યા છે. આણ્વિક જીવવિજ્ઞાનના સંપૂર્ણ માળખાંનો વિકાસ એ વૉટ્સન, ક્રિક, નિરેનબર્ગ, ખોરાના, કોર્નબર્ગ (પિતા અને પુત્ર), બેન્ઝર, મોનોડ, બ્રેનર વગેરેના વિશેષ સહયોગનું સફળ પરિણામ છે. આ સમસ્યાને સમાંતર એક અન્ય સમસ્યા પર પણ કાર્ય થયું તે ઉદ્વિકાસની ક્રિયાવિધિ હતી. આણ્વિક જનીનવિદ્યા, રચનાત્મક જીવવિજ્ઞાન અને બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ વગેરે ક્ષેત્રોમાં આવેલ જાગૃતિએ ઉદ્વિકાસના આણ્વિક આધાર વિશે આપણી સમજમાં વધારો કર્યો. આ એકમમાં DNAની સંરચના, કાર્ય અને ઉદ્વિકાસની ગાથા તેમજ વાદને તપાસવામાં અને સમજાવવામાં આવ્યા છે.





જેમ્સ વોટ્સન
ફ્રાન્સિસ ક્રિક
James Watson
Francis Crick

જેમ્સ ડીવે વોટ્સન (James Dewey Watson)નો જન્મ 6 એપ્રિલ, 1928માં શિકાગોમાં થયો. તેઓએ વર્ષ 1947માં પ્રાણીશાસ્ત્રમાં બી.એસસી. (B.Sc.)ની પદવી પ્રાપ્ત કરી. આ વર્ષો દરમિયાન તેઓને પક્ષીઓને નિહાળવાનો શોખ રહ્યો હતો. આ શોખે તેઓમાં જનીનશાસ્ત્ર (genetics) વિશે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવાની પ્રબળ ઇચ્છા જાગૃત કરી દીધી હતી. આ ત્યારે જ શક્ય બની શક્યું જ્યારે તેઓએ બ્લુમિંગ્ટનમાં ઇન્ડિયાના વિશ્વવિદ્યાલયમાં પ્રાણીશાસ્ત્રમાં સ્નાતક અધ્યયન માટે ફેલોશિપ મળી અને સખત x-rayની બેક્ટેરિયોફેઝના ગુણન પર થતી અસરના અભ્યાસના ફળસ્વરૂપે 1950માં તેઓએ વિશ્વવિદ્યાલયમાંથી પીએચ.ડી.(Ph.D.)ની પદવી પ્રાપ્ત કરી.

તેઓ ક્રિકને મળ્યા તથા DNA સંરચનાનું રહસ્ય ઉજાગર કરવામાં સર્વપ્રથમ બંનેની જે સામાન્ય રુચિ હતી તેને ઓળખી અને તેઓનો પહેલો ગંભીર પ્રયાસ અસંતોષકારક નીવડ્યો હતો. તેઓનો બીજો પ્રયાસ પ્રાયોગિક પ્રમાણો પર વધારે આધારિત હતો તથા તેમને ન્યુક્લિઇક એસિડના સાહિત્યનું સારું એવું પ્રોત્સાહન પ્રાપ્ત થયું, પરિણામ સ્વરૂપે માર્ચ, 1953માં પૂરક બેવડી કુંતલમય સંરૂપણનો પ્રસ્તાવ સામે આવ્યો.

ફ્રાન્સિસ હૅરી કોમ્પટોન ક્રિક (Francis Harry Compton Crick)નો જન્મ ઇંગ્લેન્ડના નોર્થએમ્પટનમાં 8 જૂન, 1916માં થયો હતો. તેઓએ લંડનની યુનિવર્સિટી કોલેજમાં ભૌતિકવિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કર્યો અને વર્ષ 1937માં બી.એસસી.(B.Sc.)ની પદવી પ્રાપ્ત કરી. વર્ષ 1954માં તેઓએ પીએચ.ડી.(Ph.D.)નું કાર્ય સમાપ્ત કર્યું. તેઓનો મહાનિબંધ (thesis)નું શીર્ષક “X-ray વિવર્તન : પોલિપેપ્ટાઇડ્સ અને પ્રોટિન્સ ” હતું.

ક્રિકના જીવનકાળ પર જો કોઈ પ્રકારનો ક્રાંતિક પ્રભાવ પડ્યો હોય તો તે જે.ડી. વોટ્સનની મિત્રતાનો હતો. આ યુવાન વોટ્સન જેમનું આયુષ્ય માત્ર 23 વર્ષનું હતું. વર્ષ 1953માં DNA તથા પ્રતિકૃતિ (સ્વયંજનન) યોજના માટે બેવડી કુંતલમય સંરચનાનો પ્રસ્તાવ રજૂ કર્યો. ક્રિકને વર્ષ 1959માં F.R.S. (Fellow of the Royal Society) દ્વારા સન્માનિત કરવામાં આવ્યા.

વોટ્સન તથા ક્રિકના સન્માનમાં વર્ષ 1959માં મૅસાચુસેટ્સ જનરલ હોસ્પિટલનો જોન કોલિન વેરેન પુરસ્કાર, વર્ષ 1960નો લૅસ્કર પુરસ્કાર તથા 1962માં સંશોધન કોર્પોરેશન પુરસ્કાર તથા આ બધા ઉપરાંત 1962માં નોબલ પ્રાઇઝનો સમાવેશ થાય છે.



પ્રકરણ 4

આનુવંશિકતા અને ભિન્નતાના સિદ્ધાંતો (Principles of Inheritance and Variation)

- 4.1 મેન્ડલના આનુવંશિકતાના નિયમો
- 4.2 એક જનીનનું વારસાગમન (એકસંકરણ પ્રયોગ)
- 4.3 બે જનીનોનું વારસાગમન (દ્વિસંકરણ પ્રયોગ)
- 4.4 બહુજનીનિક વારસો
- 4.5 પ્લીઓટ્રોપી
- 4.6 લિંગ-નિશ્ચયન
- 4.7 વિકૃતિ
- 4.8 જનીનિક અનિયમિતતાઓ

ક્યારેય તમને આશ્ચર્ય થયું છે કે, હાથી શા માટે હંમેશાં હાથીનાં બચ્ચાને જ જન્મ આપે છે. કોઈ અન્ય પ્રાણીને કેમ જન્મ આપતો નથી ? અથવા કેરીના ગોટલા (બીજ)માંથી શા માટે આંબો જ ઊગે છે, બીજી વનસ્પતિ કેમ ઊગતી નથી ?

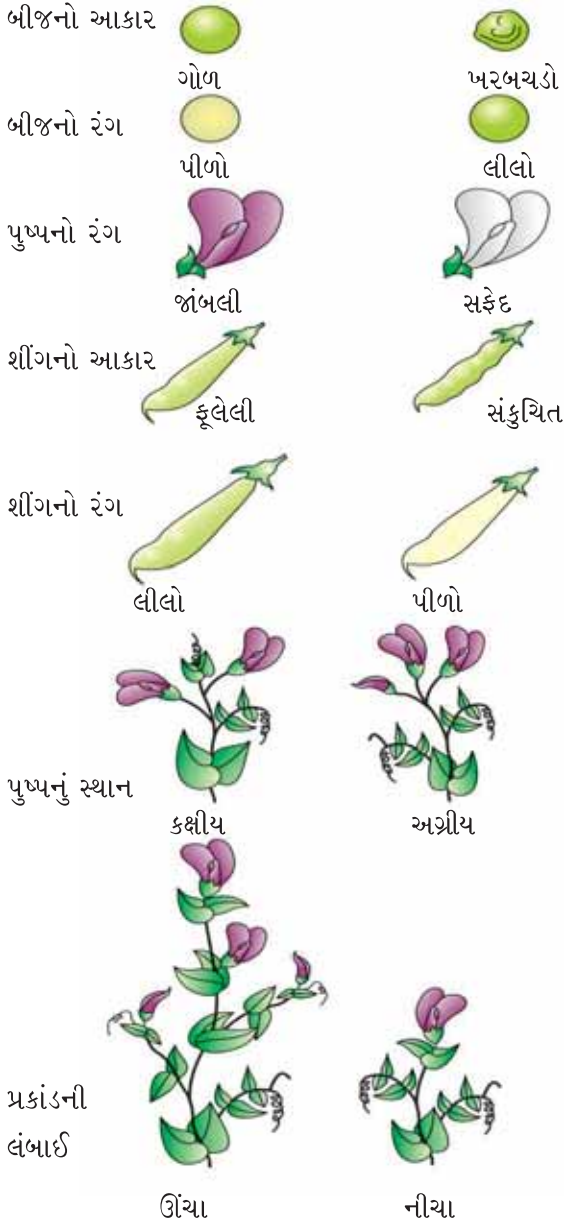
સંતતિ તેમના પિતૃઓને મળતી આવતી હોય છે ? અથવા શું તે કેટલાંક લક્ષણોમાં ભિન્નતા ધરાવે છે ? શું તમને ક્યારે પણ આશ્ચર્ય થયું છે કે સગા ભાઈ-બહેન ક્યારેક શા માટે સમાન દેખાય છે ? અથવા ક્યારેક તે અલગ-અલગ કેમ દેખાય છે ?

આવા તથા એને સંબંધિત અનેક પ્રશ્નો સાથે વૈજ્ઞાનિક રીતે, જીવવિજ્ઞાનની જે શાખા સંકળાયેલી છે તે જનીનવિદ્યા (genetics) તરીકે ઓળખાય છે. આ વિષય આનુવંશિકતા તથા પિતૃથી સંતતિનાં લક્ષણોમાં જોવા મળતી ભિન્નતા સાથે સંકળાયેલ છે. આનુવંશિકતા એટલે કે જેના દ્વારા પિતૃનાં લક્ષણો સંતતિમાં ઊતરી આવવાની ઘટના, તે આનુવંશિકતાનો આધાર છે. ભિન્નતા એટલે કે જેના દ્વારા સંતતિ તેમના પિતૃઓથી જુદી પડે છે.

ભિન્નતાનું કારણ લિંગી પ્રજનનની પ્રક્રિયામાં છુપાયેલું છે - એ જ્ઞાન મનુષ્યને ઈ. સ. પૂર્વે 8000-1000 B.C. માં પ્રાપ્ત થયું. તેમણે વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની પ્રકૃતિમાં ઉપસ્થિત વન્ય વસ્તીનો લાભ લીધો અને લાભદાયક લક્ષણોવાળા સજીવોની પસંદગી કરીને તેમનું પ્રજનન કરાવ્યું તથા તેઓનાં ઈચ્છિત લક્ષણોવાળા સજીવો પ્રાપ્ત કર્યા. ઉદાહરણ તરીકે કૃત્રિમ પસંદગી અને પાલતુ



લક્ષણ પ્રભાવી અભિવ્યક્તિ પ્રચ્છન્ન અભિવ્યક્તિ



આકૃતિ 4.1 : મેન્ડલ દ્વારા વટાણાના છોડ પર અભ્યાસ કરવામાં આવેલ સાત જોડ વિરોધાભાસી લક્ષણો

બનાવેલી આદિ (પૂર્વજ) વન્ય ગાયોમાંથી બનાવેલી ભારતીય જાતો (breeds)થી આપણે ખૂબ સારી રીતે પરિચિત છીએ. ઉદાહરણ : પંજાબની શાહિવાલ ગાયો. આપણે એ માનવું પડશે કે, આપણા પૂર્વજોને લક્ષણોનું વારસાગમન અને ભિન્નતાનું જ્ઞાન હતું પરંતુ આ ઘટનાઓના વૈજ્ઞાનિક આધારના સંદર્ભે ખૂબ જ ઓછી જાણકારી હતી.

4.1 મેન્ડલના આનુવંશિકતાના નિયમો (Mendel's Laws of Inheritance)

ઓગણીસમી સદીના મધ્યમાં આનુવંશિકતાને સમજવા માટે પ્રગતિ થઈ શકી. ગ્રેગર મેન્ડલે, વટાણાના છોડ ઉપર સાત વર્ષ (1856 – 1863) સુધી સંકરણ (પ્રેરિત પ્રજનન)ના પ્રયોગો કર્યા તથા તેના આધારે સજીવોના આનુવંશિકતાના નિયમો રજૂ કર્યા. મેન્ડલનાં આનુવંશિક સંશોધનો દરમિયાન સૌપ્રથમ આંકડાકીય પૃથક્કરણ અને ગણિતિક તર્કનો ઉપયોગ જીવવિજ્ઞાનની સમસ્યાઓના સમાધાન શોધવા માટે થયો. તેમના પ્રયોગોમાં નમૂનાઓની વિશાળ સંખ્યાએ તેમના આંકડાઓને વિશ્વસનીયતા પ્રાપ્ત કરાવી, સાથે-સાથે તેઓના એ ઉપયોગમાં લીધેલ છોડની ઉત્તરોત્તર પેઢીઓ પર કરવામાં આવેલ પ્રયોગો તથા તેઓની સફળ ધારણાએ સિદ્ધ કર્યું કે, તેનાં પરિણામો ભ્રામક વિચારોને બદલે મેન્ડલના આનુવંશિકતાના સામાન્ય નિયમોનું પણ નિદર્શન કરે છે. મેન્ડલે વટાણાના છોડનાં એ લક્ષણો પર સંશોધનો કર્યા કે જે હંમેશાં વિરોધાભાસી હતાં. ઉદાહરણ : ઊંચા અથવા નીચા છોડ, પીળા અથવા લીલા બીજ, આના કારણે તેઓને આનુવંશિકતાના નિયમોનું આધારભૂત માળખું તૈયાર કરવામાં સહાયતા મળી. ત્યાર બાદના વૈજ્ઞાનિકોએ તેનો વિસ્તાર કર્યો જેનાથી વિવિધ કુદરતી નિરીક્ષણ અને તેમાં નહિવત્ જટિલતાનું સ્પષ્ટીકરણ થઈ શક્યું.

મેન્ડલે આવા અનેક શુદ્ધ-સંવર્ધિત (true-breeding) વંશક્રમ વટાણાની જાતને લઈને કૃત્રિમ પરાગનયન/ પર-પરાગનયનના પ્રયોગ કર્યા. શુદ્ધ સંવર્ધન વંશક્રમ એટલે જે ઘણીબધી પેઢીઓ સુધી સતત સ્વપરાગનયનનાં ફળ સ્વરૂપે સ્થાયી લક્ષણો (trait) પ્રદર્શિત કરે. મેન્ડલે 14 શુદ્ધ-સંવર્ધિત વટાણાની જાતને પસંદ કરી. જે કોઈ એક લક્ષણને બાદ

કરતાં અન્ય લક્ષણોમાં સમાન હતા. તેમાંથી પસંદ કરેલાં કેટલાંક વિરોધાભાસી લક્ષણો જેવા કે, ગોળ અથવા ખરબચડા બીજ, પીળા અથવા લીલા બીજ, ફૂલેલી અથવા સંકુચિત શીંગ, લીલી અથવા પીળી શીંગ, ઊંચા અથવા નીચા છોડ હતા (આકૃતિ 4.1, કોષ્ટક 4.1).



કોષ્ટક 4.1 મેન્ડલ દ્વારા અભ્યાસ કરવામાં આવેલ વટાણાના વિરોધાભાસી અભિવ્યક્તિઓ

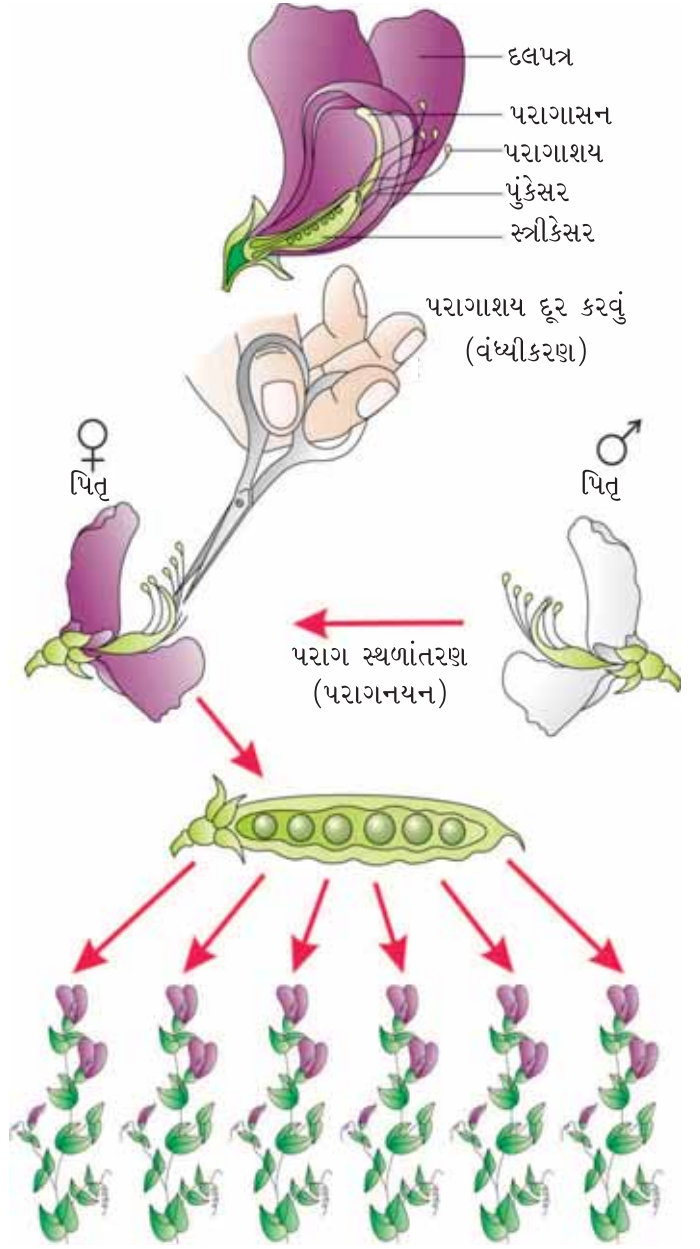
ક્રમ	લક્ષણ	વિરોધાભાસી અભિવ્યક્તિઓ
1.	પ્રકાંડની ઊંચાઈ	ઊંચા/નીચા
2.	પુષ્પનો રંગ	જાંબલી/સફેદ
3.	પુષ્પનું સ્થાન	કક્ષીય/અગ્રીય
4.	શીંગનો આકાર	ફૂલેલી/સંકુચિત
5.	શીંગનો રંગ	લીલો/પીળો
6.	બીજનો આકાર	ગોળ/ખરબચડો
7.	બીજનો રંગ	પીળો/લીલો

4.2 એક જનીનનું વારસાગમન (એકસંકરણ પ્રયોગ) (Inheritance of One Gene)

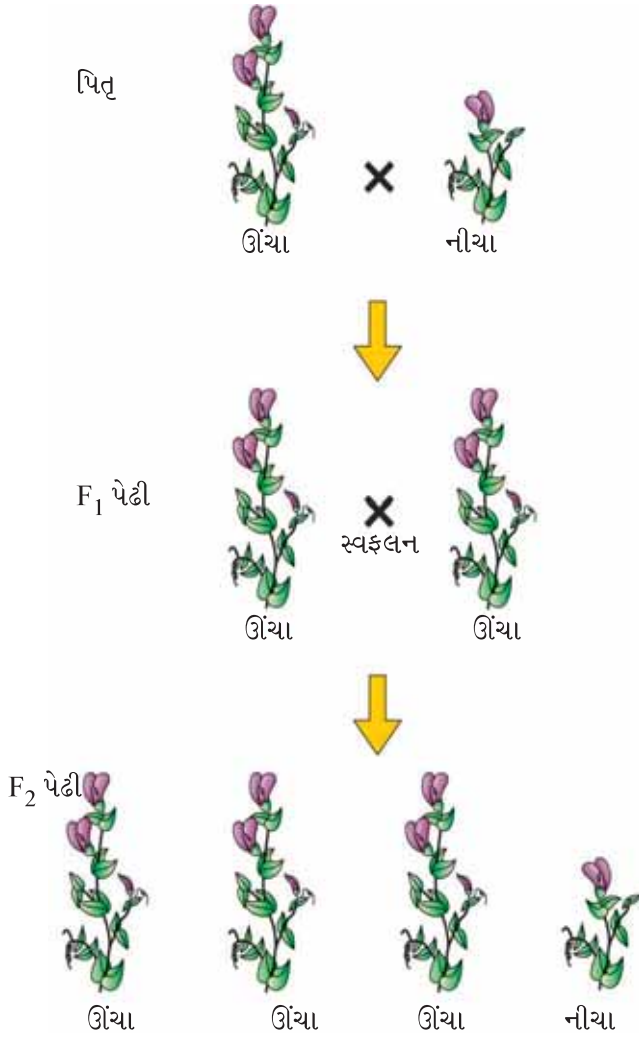
ચાલો, ઉદાહરણ લઈએ કે આવો સંકરણ પ્રયોગ મેન્ડલ દ્વારા કરવામાં આવ્યો કે જ્યાં તેમણે વટાણાના ઊંચા અને નીચા છોડનું સંકરણ કર્યું અને આ પ્રયોગ દ્વારા એક જનીનના વારસાગમનનો અભ્યાસ કર્યો (આકૃતિ 4.2). આ સંકરણ દ્વારા પ્રાપ્ત બીજનો ઉપયોગ કરીને તેઓએ પ્રથમ સંકર પેઢીના છોડ પ્રાપ્ત કર્યા. આ પેઢીને પ્રથમ પેઢી સંતતિ (Filial₁ progeny) અથવા F₁ પણ કહેવામાં આવે છે. મેન્ડલે જોયું કે F₁ પેઢીમાં પ્રાપ્ત બધા છોડ ઊંચા હતા, જે પોતાના એક ઊંચા પિતૃને સમાન હતા; કોઈ પણ છોડ નીચા ન હતા (આકૃતિ 4.3). તેઓને આ જ પ્રકારનાં પરિણામ અન્ય પ્રકારનાં લક્ષણોમાં જોવા મળ્યાં. તેઓએ જોયું કે F₁ સંતતિઓ (પ્રથમ પેઢી) હંમેશાં કોઈ એક પિતૃઓને સંબંધિત હતા. બેમાંથી એક પિતૃનાં લક્ષણોની જ અભિવ્યક્તિ થાય છે, બીજા પિતૃના લક્ષણ અભિવ્યક્ત થતા નથી.

મેન્ડલે F₁ માં પ્રાપ્ત બધા જ ઊંચા છોડનું સ્વફલન કરાવ્યું અને તેને જોઈને આશ્ચર્ય થયું કે, F₂ પેઢીમાં પ્રાપ્ત કેટલાક છોડ નીચા હતા. જે લક્ષણ F₁ પેઢીમાં જોવા મળ્યું ન હતું. જે હવે પ્રદર્શિત થયું. F₂ પેઢીમાં નીચા છોડનું પ્રમાણ 1/4th (25 %) હતું. જ્યારે F₂ પેઢીમાં 3/4th (75 %) છોડ ઊંચા હતા. ઊંચા અને નીચા છોડનાં લક્ષણો તેના પિતૃ છોડને સમાન હતા અને તેમાં કોઈ પણ પ્રકારનું સંમિશ્રણ ન હતું. અર્થાત્ બધા ઊંચા હતા અથવા નીચા હતા. કોઈ પણ છોડ આ બે ઊંચાઈની વચ્ચેની ઊંચાઈનો ન હતો (આકૃતિ 4.3).

અન્ય લક્ષણોનો અભ્યાસ કર્યો તેમાં પણ તેઓને આવાં જ પરિણામો પ્રાપ્ત થયાં. એટલે કે F₁ પેઢીમાં માત્ર એક જ પિતૃનાં લક્ષણો પ્રદર્શિત થયા જ્યારે F₂ પેઢીમાં બંને લક્ષણો 3:1 પ્રમાણમાં અભિવ્યક્ત થયા. વિરોધાભાસી લક્ષણોમાં બંને F₁ અથવા F₂ સ્તર પર કોઈ પણ પ્રકારમાં સંમિશ્રિત જોવા મળ્યા નહિ.



આકૃતિ 4.2 : વટાણામાં સંકરણનાં ચરણો



આકૃતિ 4.3 : એકસંકરણ પ્રયોગનું આરંભીય નિરૂપણ

આ અવલોકનોના આધારે મેન્ડલે સૂચિત કર્યું કે, કોઈ બાબત સ્થાયી સ્વરૂપમાં પિતૃમાંથી સંતતિમાં જન્યુઓના માધ્યમ દ્વારા ઉત્તરોત્તર પેઢીઓમાં વહન પામે છે. તેમણે આ બાબતને ‘કારકો’ (factors) તરીકે ઓળખાવ્યા. આજે જેને આપણે જનીનો (genes) તરીકે ઓળખીએ છીએ એટલે કે, જનીનો આનુવંશિકતાના એકમો છે. જનીનો સજીવોમાં નિશ્ચિત લક્ષણોની અભિવ્યક્તિ માટેની માહિતી ધરાવે છે. જનીનો કે જે વિરોધાભાસી અભિવ્યક્તિઓની જોડનું સંકેતન કરે છે તેને વૈકલ્પિક કારકો (alleles) કહે છે એટલે કે તે જનીનનું થોડુંક ભિન્ન સ્વરૂપ છે.

જો આપણે મૂળાક્ષરિય સંકેતોનો પ્રત્યેક જનીન માટે ઉપયોગ કરીએ તો મોટી લિપિને F_1 તબક્કામાં વ્યક્ત થતી અભિવ્યક્તિ માટે લેવી અને નાની લિપિને અન્ય વ્યક્ત થતી અભિવ્યક્તિ માટે ઉપયોગમાં લેવી. ઉદાહરણ તરીકે ગિંચાઈના લક્ષણમાં ‘ગિંચી’ અભિવ્યક્તિ માટે T અને ‘નીચી’ અભિવ્યક્તિ માટે t નો ઉપયોગ થાય છે. T અને t એકબીજાના એલેલ છે. બીજા શબ્દોમાં છોડમાં ગિંચાઈ માટેની એલેલ જોડ આ પ્રકારે હશે TT , Tt અથવા tt . મેન્ડલે એ પણ સાબિત કર્યું કે, શુદ્ધ સંવર્ધિત વટાણાની ગિંચી અથવા નીચી જાતમાં એલેલ જોડ સમયુગ્મી ક્રમશઃ TT અથવા tt હશે. જ્યાં TT અને tt ને છોડના જનીન પ્રકાર (genotype) અને ગિંચા-નીચા જેવા વર્ણાત્મક શબ્દોને સ્વરૂપ પ્રકાર (phenotype) કહેવામાં આવે છે. જો કોઈ છોડનો જનીન પ્રકાર Tt હોય, તો તેનો સ્વરૂપ પ્રકાર શું હશે ?

મેન્ડલે જોયું કે F_1 વિષમયુગ્મી Tt નો સ્વરૂપ પ્રકાર દેખાવમાં બિલકુલ TT પિતૃને સમાન હોય છે. એટલા માટે તેમણે સૂચવ્યું કે અસમાન કારકોની જોડમાંથી કોઈ એક કારક બીજા કારક ઉપર

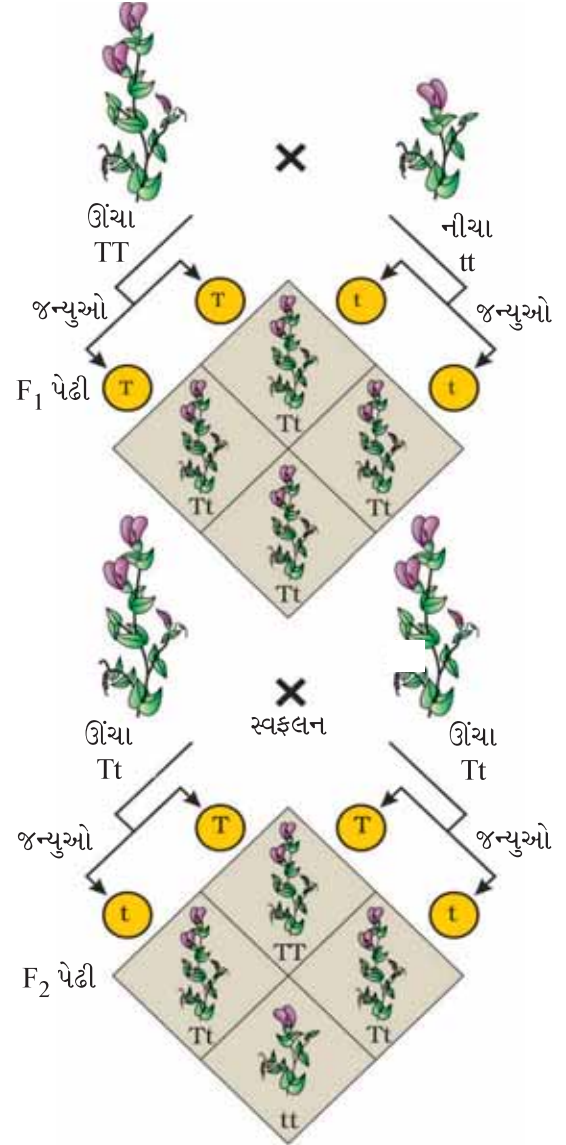
પ્રભાવી થઈ જાય છે (જેમકે F_1 માં) તેને પ્રભાવી કારક અને બીજાને પ્રચ્છન્ન કારક કહે છે. આવા કિસ્સામાં T (ગિંચાઈ માટેનું કારક) એ t (નીચા-વામનતા માટેનું કારક) જે પ્રચ્છન્ન છે તેના પર પ્રભાવી છે. બીજાં અન્ય લક્ષણોની જોડનો તેઓએ અભ્યાસ કર્યો તેમાં પણ આ જ પ્રાપ્ત થયું.

પ્રભાવિતા (પ્રભુતા-dominance) અને પ્રચ્છન્નતા(recessive)ની સંકલ્પનાને યાદ રાખવા માટે આ જ અનુકૂળ (અને તર્કસંગત) રહેશે કે મોટા (capital) અને નાના (small) અક્ષરોનો પ્રયોગ કરવામાં આવે (ગિંચા માટે T અને નીચા માટે t અક્ષરનો ઉપયોગ ન કરવો; કારણ કે, એ યાદ રાખવું કઠિન થશે કે શું T અને d એક જ જનીન/લક્ષણના એલેલ છે કે નથી). સમયુગ્મીની બાબતે એલેલ સમાન હોઈ શકે છે, જેમકે TT અને tt અથવા વિષમયુગ્મી બાબતે અસમાન હોઈ શકે છે, જેમકે Tt . જ્યારે Tt છોડ એક લક્ષણ (ગિંચાઈ)નું નિયંત્રણ કરતા જનીન માટે વિષમયુગ્મી છે. તેને એકસંકરણ કહેવામાં આવે છે અને TT અને tt વચ્ચે કરવામાં આવેલ સંકરણને એકસંકરણ પ્રયોગ (monohybrid cross) કહેવામાં આવે છે.



આ નિરીક્ષણ પરથી પ્રચ્છન્ન પિતૃ લક્ષણોની અભિવ્યક્તિ કોઈ પણ સંમિશ્રણ વગર F_2 પેઢીમાં થાય છે. આપણે એ તારણ કાઢી શકીએ કે, જ્યારે અર્ધાકરણ દરમિયાન ઊંચા અને નીચા છોડ જન્યુઓનું નિર્માણ કરે છે ત્યારે પિતૃ જોડના એલેલ એકબીજાથી અલગ થાય અથવા વિશ્લેષણ પામે છે અને માત્ર એક જ એલેલ જન્યુમાં પ્રવેશે છે. એલેલ્સનું આ વિશ્લેષણ યાદચ્છિક (random) હોય છે અને જન્યુમાં કોઈ એક એલેલ હોવાની સંભાવના 50 % હોય છે. આ સંકર પ્રયોગોનાં પરિણામો પરથી પ્રસ્થાપિત થઈ ચૂક્યું છે. આ પ્રકારે ઊંચા TT છોડના જન્યુઓમાં T એલેલ અને નીચા tt છોડમાં t એલેલ હોય છે. ફલન દરમિયાન આ બે એલેલ T એક પિતૃમાંથી પરાગના માધ્યમ દ્વારા અને t બીજા પિતૃમાંથી અંડકોષના માધ્યમથી આવીને જોડાણ પામીને એવા યુગ્મનજનું નિર્માણ કરે છે જેમાં એક T એલેલ અને બીજો t એલેલ હોય છે. બીજા શબ્દોમાં સંકરણમાં Tt હોય છે. આ સંકરો ત્યાર પછી વિરોધાભાસી લક્ષણો પ્રદર્શિત કરતા એલેલ્સ ધરાવે છે. આ છોડ વિષમયુગ્મી (heterozygous) છે. પુનેટ સ્કવેર (Punnett Square) આકૃતિ 4.4ના અધ્યયનની મદદથી પિતૃઓ દ્વારા જન્યુઓનું ઉત્પાદન, ફલિતાંડનું નિર્માણ, F_1 અને F_2 સંતતિના છોડને સમજી શકાય છે. તેને બ્રિટિશ જનીનશાસ્ત્રી રેજિનાલ્ડ સી. પુનેટ (Reginald Punnett) દ્વારા વિકસાવવામાં આવી છે. આ આલેખીય રજૂઆત જનીનીક સંકરણ પ્રયોગમાં સંતતિના સંભવિત બધા જનીન પ્રકારની ગણતરી કરવા માટે વપરાય છે. બધા જ સંભવિત જન્યુઓને સૌથી ઉપરની હરોળમાં ડાબી બાજુના કોલમમાં બંને બાજુ લખવામાં આવે છે. બધાં સંભવિત સંયોજનોને નીચેના સ્કવેરના ખાના (square boxes)માં દર્શાવવામાં આવે છે, કે જે માહિતી સ્કવેર સ્વરૂપે રજૂ થાય છે.

પુનેટ સ્કવેરમાં ઊંચા TT (નર) પિતૃ અને નીચા tt (માદા) છોડ દ્વારા ઉત્પન્ન જન્યુઓ અને F_1 સંતતિ પેઢી Tt દર્શાવવામાં આવેલ છે. Tt જનીન પ્રકારના F_1 છોડમાં સ્વપરાગિત (સ્વફલન) કરાવ્યા છે. F_1 પેઢીના માદા (અંડકોષ) અને નર (પરાગ)ને ક્રમશઃ ♀ અને ♂ સંકેત દ્વારા દર્શાવવામાં આવેલ છે. જનીન પ્રકાર Tt ના F_1 છોડ સ્વફલન કરવાથી સરખી સંખ્યામાં T અને t જનીન પ્રકાર ધરાવતા જન્યુઓ ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે ફલન થાય છે ત્યારે જનીન પ્રકાર T ના પરાગરજ દ્વારા જનીન પ્રકાર T અને t ના અંડકોષને પરાગિત કરવાની સંભાવના 50 % હોય છે. આ ઉપરાંત જનીન પ્રકાર t ના પરાગરજના જનીન પ્રકાર T અને જનીન પ્રકાર t ના અંડકોષને પરાગિત કરવાની સંભાવના 50 % હોય છે. યાદચ્છિક આધારિત ફલનનું પરિણામ એ હોય છે કે, ફલિતાંડ (યુગ્મનજ-zygote) TT , Tt અથવા tt જનીન પ્રકારના હોઈ શકે છે.



સ્વરૂપ પ્રકાર-પ્રમાણ :	ઊંચા	:	નીચા
	3	:	1
જનીન પ્રકાર-પ્રમાણ :	TT	:	Tt : tt
	1	:	2 : 1

આકૃતિ 4.4 : મેન્ડલ દ્વારા શુદ્ધ સંવર્ધિત ઊંચા અને શુદ્ધ સંવર્ધિત નીચા છોડ વચ્ચે કરવામાં આવેલ એક સંકરણની સમજૂતી માટે પુનેટ સ્કવેરનો ઉપયોગ



પુનેટ સ્કવેર દ્વારા યાદચ્છિક ફલનના પરિણામ સ્વરૂપ $1/4^{\text{th}}$ **TT**, $1/2^{\text{th}}$ **Tt** અને $1/4^{\text{th}}$ **tt** જોઈ શકાય છે. જોકે F_1 માં જનીન પ્રકાર **Tt** હોય છે પણ સ્વરૂપ પ્રકાર ઊંચા જોવા મળે છે. F_2 માં $3/4^{\text{th}}$ છોડ ઊંચા જેમાં કેટલાક **TT** અને જ્યારે અન્ય **Tt** જનીન સ્વરૂપ ધરાવતા હતા. બાહ્ય સ્વરૂપથી તેઓને ઓળખી શકાતા નથી કે તેઓમાં જનીન પ્રકાર **TT** કે **Tt** છે. આથી જનીન પ્રકાર **Tt** માંથી માત્ર એક જ લક્ષણ ‘**T**’ ઊંચાની અભિવ્યક્તિ થાય છે. આથી કહેવામાં આવે છે કે, લક્ષણ T અથવા ઊંચા એલેલની એલેલ t અથવા નીચા લક્ષણ ઉપર પ્રભાવી છે. આ જ લક્ષણની F_1 માં પ્રભુતાની અસર હોય છે કે બધા જ છોડ ઊંચા હોય છે (ભલે પછી જનીન પ્રકાર **Tt** હોય) અને F_2 પેઢીમાં $3/4^{\text{th}}$ છોડ ઊંચા હોય છે (ભલે જનીન પ્રકાર $1/2^{\text{th}}$ **Tt** અને $1/4^{\text{th}}$ **TT** હોય). અંતમાં સ્વરૂપ પ્રકાર અનુસાર $3/4^{\text{th}}$ ઊંચા : ($1/4^{\text{th}}$ **TT** + $1/2^{\text{th}}$ **Tt**) અને $1/4^{\text{th}}$ નીચા (**tt**) એટલે કે 3:1 પ્રમાણ પરંતુ તેનો જનીન પ્રકાર-પ્રમાણ 1:2:1 હોય છે.

TT: Tt: tt ને $1/4 : 1/2 : 1/4$ પ્રમાણના ગાણિતિક દ્વિપદી સંઘન્યતા $(ax + by)^2$ માં વ્યક્ત કરી શકાય છે. જેમાં **T** અને **t** જનીનયુક્ત જન્યુઓ સમાન આવૃત્તિ $1/2$ માં રહે છે. આ પદને નીચે પ્રમાણે વિસ્તૃત કરી શકાય છે :

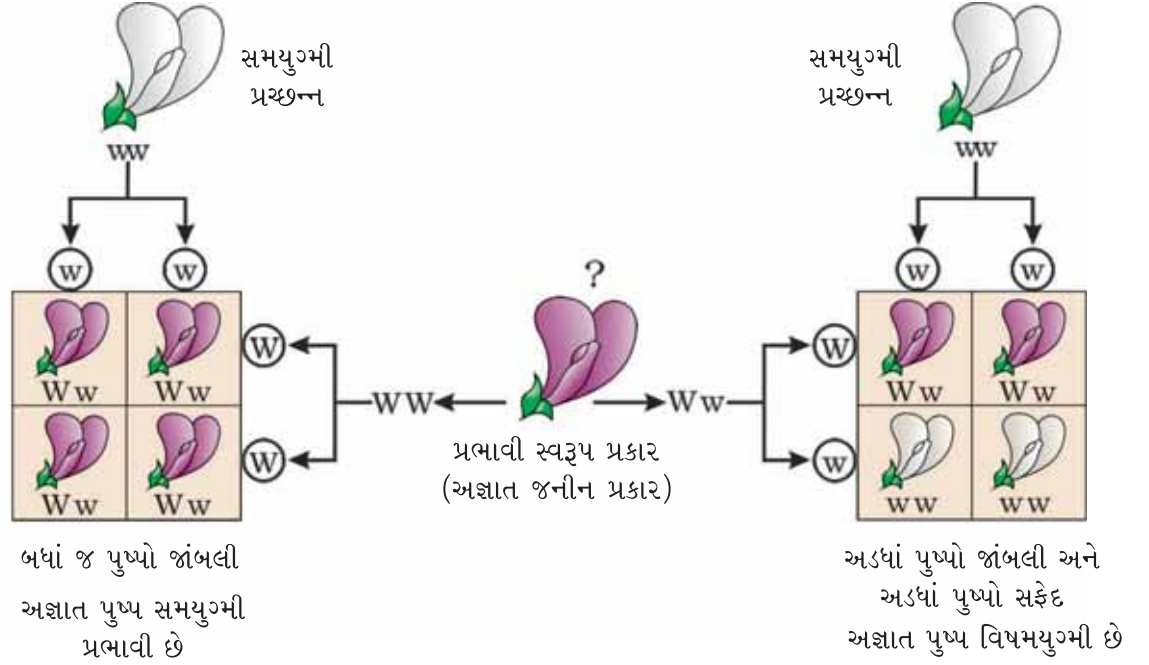
$$(1/2T + 1/2t)^2 = (1/2T + 1/2t) \times (1/2T + 1/2t) = 1/4 TT + 1/2Tt + 1/4 tt$$

મેન્ડલે F_2 છોડને સ્વફલન કરાવ્યા અને જોયું કે F_3 અને F_4 પેઢીઓમાં F_2 ના નીચા છોડ માત્ર નીચા જ ઉત્પન્ન થાય છે. તેણે એ તારણ મેળવ્યું કે, નીચાનો જનીન પ્રકાર સમયુગ્મી (homozygous) **tt** હતો. તમે શું વિચારો છો જો તેણે બધા F_2 ના ઊંચા છોડને સ્વપરાગિત કર્યા હોત તો તેને શું જોવા મળ્યું હશે ?

ઉપરના ફકરા પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે, ગણિતીય સંભાવનાના પ્રયોગ દ્વારા જનીન પ્રકાર પ્રમાણની ગણતરી કરી શકાય છે. પરંતુ માત્ર પ્રભાવી લક્ષણના સ્વરૂપ પ્રકારને જોઈને જનીન પ્રકારની સંરચનાનું જ્ઞાન સંભવ થઈ શકતું નથી. ઉદાહરણ તરીકે F_1 અથવા F_2 ના ઊંચા છોડનો જનીન પ્રકાર **TT** અથવા **Tt** છે. એવું અનુમાન થઈ શકતું નથી. એટલા માટે F_2 ના ઊંચા છોડના જનીન પ્રકારના નિર્ધારણ માટે મેન્ડલે F_2 ના ઊંચા છોડને, નીચા છોડ સાથે સંકરણ કરાવ્યું. આને **કસોટી સંકરણ (test cross)** કહે છે. લાક્ષણિક કસોટી સંકરણમાં પ્રભાવી સ્વરૂપ પ્રકાર ધરાવતા સજીવ (અહીં વટાણાના છોડ) પ્રભાવી સ્વરૂપ પ્રકાર દર્શાવે છે (અને જેનો જનીન પ્રકાર નક્કી કરવાનો છે) તેને પ્રચ્છન્ન છોડ સાથે સ્વ-ફલન કરાવવામાં આવ્યું. સજીવોના જનીન પ્રકાર નક્કી કરવા માટે આવા સંકરણની સંતતિઓનું વિશ્લેષણ કરી શકાય છે. આકૃતિ 5.5માં લાક્ષણિક કસોટી સંકરણના પરિણામ દર્શાવવામાં આવ્યા છે. જ્યાં જાંબલી રંગના પુષ્પ (**W**) સફેદ રંગના પુષ્પ (**w**) પર પ્રભાવી છે.

પુનેટ સ્કવેરનો ઉપયોગ કરીને, કસોટી સંકરણમાં સંતતિના સ્વરૂપ પ્રકારને ઓળખવાનો પ્રયાસ કરો. તમને કેવા પ્રમાણ પ્રાપ્ત થશે ?

આ કસોટી સંકરણના જિનોટાઇપનો ઉપયોગ કરીને શું તમે કસોટી-સંકરણની એક સામાન્ય વ્યાખ્યા આપી શકો છો ?



આકૃતિ 4.5 : કસોટી - સંકરણનું રેખાંકિત નિરૂપણ

એકસંકરણ પ્રયોગના પોતાનાં નિરીક્ષણોના આધારે મેન્ડલે તેના વારસાગમનના આધારે અને તેની સમજણના આધારે બે સામાન્ય નિયમો રજૂ કર્યા. આજે આ નિયમો આનુવંશિકતાના સિદ્ધાંતો અથવા નિયમો (Principles or Laws of Inheritance) કહેવાય છે : પ્રથમ નિયમ અથવા પ્રભુતાનો નિયમ (Law of Dominance) અને બીજો નિયમ અથવા વિશ્લેષણનો નિયમ (Law of Segregation).

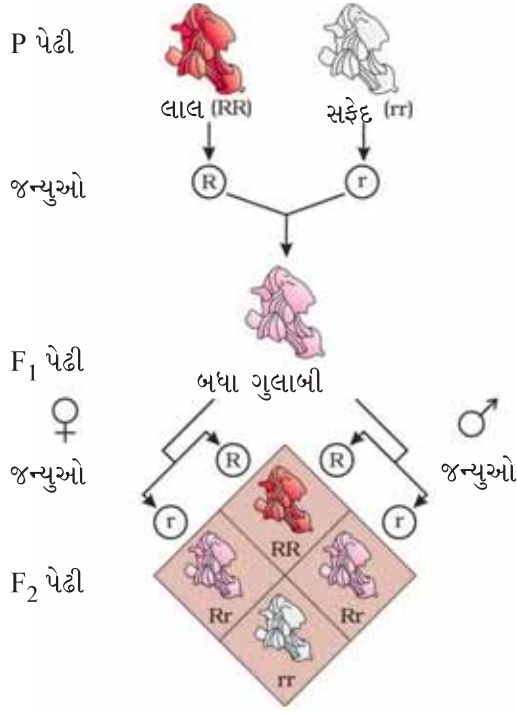
4.2.1 પ્રભુતાનો નિયમ (Law of Dominance)

- લક્ષણોનું નિયંત્રણ કારકો નામના સ્વતંત્ર (વિભક્ત-discrete) એકમો દ્વારા થાય છે.
- કારકો જોડમાં હોય છે.
- જો કારકની જોડના બે કારકો અસમાન હોય તો તેમાંથી એક કારક બીજા કારક પર પ્રભાવી હોય છે એટલે એક (પ્રભાવી) અને બીજું (પ્રચ્છન્ન) હોય છે.

F₁ માં માત્ર એક પિતૃના લક્ષણનું અભિવ્યક્ત થવું તથા F₂ માં બંને પિતૃનાં લક્ષણોનું અભિવ્યક્ત થવું પ્રભુતાના નિયમ દ્વારા સમજાવી શકાય છે. F₂ માં 3:1 નું પ્રમાણ કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે એ પણ સ્પષ્ટ સમજાવાય છે.

4.2.2 વિશ્લેષણનો નિયમ (Law of Segregation)

આ નિયમ એ તથ્ય પર આધારિત છે કે એલેલ એકબીજા સાથે મિશ્રિત (મેગા) થયા વગર સાથે રહે છે અને F₂ પેઢીમાં બંને લક્ષણોની પુનઃ અભિવ્યક્તિ થઈ જાય છે, ભલે પછી તે પૈકી એક F₁ પેઢીમાં અભિવ્યક્ત થતું નહોતું. પિતૃમાં બંને એલેલ આવેલ હોય છે. જન્યુઓના નિર્માણસમયે જોડ પૈકીના કારકો એકબીજાથી અલગ પડે છે અને તે પૈકીનું એક જ કારક જન્યુ કોષમાં દાખલ થાય છે. સમયુગ્મી પિતૃ (homozygous parent) દ્વારા ઉત્પન્ન થતા બધા જ જન્યુઓ સમાન હોય છે. જ્યારે વિષમયુગ્મી પિતૃ (heterozygous parents) દ્વારા બે પ્રકારના જન્યુઓ ઉત્પન્ન થાય છે. જેમાં પ્રત્યેકમાં એક-એક એલેલ સરખા પ્રમાણમાં હોય છે.



આકૃતિ 4.6 : શ્વાન પુષ્પ (Snapdragon) છોડમાં એકસંકરણનું પરિણામ, અહીં એક એલેલ બીજા ઉપર અપૂર્ણ પ્રભાવી છે

4.2.2.1 અપૂર્ણ પ્રભુતા (Incomplete Dominance)

જ્યારે વટાણા પરનો પ્રયોગ અન્ય વનસ્પતિઓમાંનાં અન્ય લક્ષણોની અભિવ્યક્તિ સંદર્ભમાં પુનરાવર્તિત કરવામાં આવ્યો ત્યારે ખબર પડી કે ક્યારેક F₁ માં એવા સ્વરૂપ પ્રકાર પ્રાપ્ત થાય છે જે બે પૈકી કોઈ પિતૃ સાથે મળતા આવતા નથી અને તેઓ વચગાળાના મળે છે. શ્વાનપુષ્પ (Dog Flower) (Snapdragon અથવા *Antirrhinum sp.*) અપૂર્ણ પ્રભુતાના દૃષ્ટાંતને સમજવા માટેનું શ્રેષ્ઠ ઉદાહરણ છે. શુદ્ધ સંવર્ધિત લાલ પુષ્પ (RR) અને શુદ્ધ સંવર્ધિત સફેદ પુષ્પ (rr) વચ્ચે સંકરણ કરાવવામાં આવ્યું. પરિણામ સ્વરૂપે F₁ પેઢી ગુલાબી પુષ્પ (Rr)વાળી પ્રાપ્ત થઈ (આકૃતિ 4.6). જ્યારે આ F₁ સંતતિનું સ્વફલન કરાવવામાં આવ્યું તેનાં પરિણામોનું પ્રમાણ 1 (RR) લાલ : 2 (Rr) ગુલાબી : 1 (rr) સફેદ હતું. અહીં જનીન પ્રકાર પ્રમાણ એ જ હતું જે કોઈ પણ મેન્ડેલિયન એકસંકરણના પ્રયોગમાં સંભવિત હતું. પરંતુ સ્વરૂપ પ્રકાર પ્રમાણ 3:1 પ્રભાવી : પ્રચ્છન્ન પ્રમાણ બદલાઈ ગયું હતું. આ ઉદાહરણમાં R કારક એ r કારક પર સંપૂર્ણ પ્રભાવી ન રહ્યું આથી લાલ (RR) અને સફેદ (rr) દ્વારા ગુલાબી (Rr) પ્રાપ્ત થઈ ગયું.

પ્રભાવિતાની સંકલ્પનાનું સ્પષ્ટીકરણ (Explanation of the concept of dominance) : પ્રભાવિતા વાસ્તવમાં શું છે ? કેટલાક એલેલ પ્રભાવી અને કેટલાક પ્રચ્છન્ન કેમ હોય છે ? આ પ્રશ્નોને સમજવા માટે આપણે જનીનના કાર્યને સમજવું પડે. તમે જાણો છો કે જનીનમાં વિશિષ્ટ લક્ષણને અભિવ્યક્ત કરવા માટેની માહિતી રહેલી હોય છે. દ્વિકીય સજીવોમાં એલેલના જોડ સ્વરૂપે પ્રત્યેક જનીનની બે નકલ હોય છે. એ આવશ્યક નથી કે એલેલની જોડ હંમેશાં એક જેવી જ હોય; જેમકે વિષમયુગ્મી. તેમાંથી એક એલેલની ભિન્નતાનું કારણ તેમાં આવેલાં પરિવર્તન હોઈ શકે છે (આ વિષયમાં તમે આગળના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરશો). જે એલેલમાં ચોક્કસ માહિતીને રૂપાંતરિત કરે છે.

ઉદાહરણ તરીકે, એક એવા જનીનને લેવામાં આવે કે જેમાં એક ઉત્સેચક બનાવવાની માહિતી હોય. આ જનીનના બંને પ્રતિરૂપો તેના બે એલેલ સ્વરૂપો છે. માની લઈએ કે તે સામાન્ય એલેલ એવો સામાન્ય ઉત્સેચક ઉત્પન્ન કરે છે (જે મોટા ભાગે સંભવ છે) જે એક પ્રક્રિયાર્થી 'S'ના રૂપાંતરણ માટે આવશ્યક છે. રૂપાંતરિત એલેલ સૈદ્ધાંતિક રીતે નીચેનામાંના કોઈના ઉત્પાદન

માટે જવાબદાર હોઈ શકે છે :

- સામાન્ય ઉત્સેચક / ઓછી ક્રિયાશીલતાવાળો ઉત્સેચક, અથવા
- બિનકાર્યક્ષમ ઉત્સેચક અથવા
- કોઈ ઉત્સેચક બનતો નથી



પહેલા કિસ્સામાં રૂપાંતરિત એલેલ એ અરૂપાંતરિત એલેલના સમાન છે, એટલે કે તે એક જ સ્વરૂપ પ્રકાર સર્જશે તેના પરિણામ સ્વરૂપે પ્રક્રિયાથી ‘S’નું રૂપાંતરણ થશે. આ પ્રકારના એલેલની જોડ ખૂબ જ સામાન્ય છે. પણ એલેલ જો બિનકાર્યક્ષમ ઉત્સેચક ઉત્પન્ન કરે અથવા ઉત્સેચક ઉત્પન્ન નથી કરતા તો સ્વરૂપ પ્રકાર પર અસર થઈ શકે છે. સ્વરૂપ પ્રકાર/લક્ષણો અરૂપાંતરિત એલેલનાં કાર્ય ઉપર નિર્ભર રહે છે. સામાન્યતઃ અરૂપાંતરિત (કાર્યકારી) એલેલ જે વાસ્તવિક સ્વરૂપ પ્રકારનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે તે પ્રભાવી હોય છે તથા રૂપાંતરિત એલેલ મુખ્યત્વે પ્રચ્છન્ન એલેલ હોય છે. આ ઉદાહરણમાં પ્રચ્છન્ન એલેલના અભિવ્યક્ત થવાથી ઉત્સેચક બનતો જ નથી અથવા બને તો કાર્યક્ષમ હોતો નથી.

4.2.2.2 સહપ્રભાવિતા (Co-dominance)

અત્યાર સુધી આપણે એ સંકરણોની ચર્ચા કરી રહ્યા હતા કે જ્યાં F_1 બે પિતૃઓમાંથી કોઈ એકને મળતો આવે (પ્રભુતા) અથવા વચ્ચેનાં લક્ષણોવાળો (અપૂર્ણ પ્રભુતા). પરંતુ સહ-પ્રભાવિતા એવી ઘટના છે જેમાં F_1 પેઢી બંને પિતૃઓને મળતી આવે છે. તેનું એક ઉદાહરણ મનુષ્યમાં ABO રુધિરજૂથનું નિર્ધારણ કરવાવાળા વિભિન્ન પ્રકારના રક્તકણો છે. ABO રુધિરજૂથનું નિયંત્રણ I જનીન કરે છે. રક્તકણનાં કોષરસસ્તરની સપાટી પરથી બહાર ઉપસેલ શર્કરા પોલીમર હોય છે અને આ પોલીમરનો પ્રકાર કયો હશે તે બાબતનું નિયંત્રણ જનીન I દ્વારા થાય છે. આ જનીન (I)ના ત્રણ એલેલ I^A , I^B અને i હોય છે. એલેલ I^A અને એલેલ I^B એકબીજાથી થોડીક જ અલગ પડતી શર્કરાનું ઉત્પાદન કરે છે અને i એલેલ કોઈ પણ પ્રકારની શર્કરાનું ઉત્પાદન કરતું નથી. કારણ કે મનુષ્ય દ્વિકીય સજીવ (2n) છે. એટલા માટે પ્રત્યેક વ્યક્તિમાં આ ત્રણમાંથી બે પ્રકારના જનીન એલેલ હોય છે. I^A અને I^B એ સંપૂર્ણ રીતે i ઉપર પ્રભાવી હોય છે. એટલે જ્યારે I^A અને i બંને હાજર હોય ત્યારે ફક્ત I^A અભિવ્યક્ત થાય છે. (કારણ કે i કોઈ પણ શર્કરા ઉત્પન્ન કરતું નથી) અને જ્યારે I^B અને i હાજર હોય ત્યારે I^B અભિવ્યક્ત થાય છે પણ જ્યારે I^A અને I^B બંને સાથે હાજર હોય ત્યારે બંને પોતપોતાની શર્કરાની અભિવ્યક્તિ કરે છે. આ ઘટના જ સહ-પ્રભાવિતા છે. આ કારણે રક્તકણોમાં A અને B બંને પ્રકારની શર્કરા હોય છે. ભિન્ન પ્રકારના ત્રણ એલેલ હોવાના કારણે 6 સંયોજનો સંભવ બને છે. આ પ્રકાર ABO રુધિરજૂથ (કોષ્ટક 4.2)ના 6 વિભિન્ન જનીન પ્રકાર (genotypes) શક્ય બનશે. સ્વરૂપ પ્રકાર (phenotypes) કેટલા થશે ?

કોષ્ટક 4.2 : માનવવસ્તીમાં રુધિરજૂથનો આનુવંશિક આધાર દર્શાવતું કોષ્ટક

પિતૃ 1માંથી એલેલ	પિતૃ 2માંથી એલેલ	સંતતિનો જનીન પ્રકાર	સંતતિનું રુધિરજૂથ
I^A	I^A	$I^A I^A$	A
I^A	I^B	$I^A I^B$	AB
I^A	i	$I^A i$	A
I^B	I^A	$I^A I^B$	AB
I^B	I^B	$I^B I^B$	B
I^B	i	$I^B i$	B
i	i	$i i$	O



તમે હવે એ સમજી ગયાં હશે કે, ABO રુધિરજૂથ બહુવૈકલ્પિક કારકો (multiple alleles)નું પણ શ્રેષ્ઠ ઉદાહરણ રજૂ કરે છે ? તમે જોઈ શકો છો કે અહીં બેથી વધુ એટલે કે ત્રણ એલેલ એક જ લક્ષણને નિયંત્રિત કરે છે. પરંતુ વ્યક્તિમાં બે જ એલેલ હાજર રહી શકે છે. તેથી જ્યારે કોઈ વસ્તીનો અભ્યાસ કરવામાં આવે ત્યારે જ બહુવિકલ્પી કારકો વિશે જાણી શકાય છે.

ક્યારેક એક જનીન એક કરતાં વધુ અસર સર્જે છે. ઉદાહરણ તરીકે વટાણાના બીજમાં સ્ટાર્ચના સંશ્લેષણનું નિયંત્રણ એક જનીન કરે છે. તેમાં બે એલેલ (**B** અને **b**) હોય છે. સામાન્ય રીતે સ્ટાર્ચનું સંશ્લેષણ BB સમયુગ્મો દ્વારા થાય છે અને આ પ્રકારે મોટા કદના સ્ટાર્ચ કણો (મંડકણ-starch grain) ઉત્પન્ન થાય છે. તેનાથી વિપરીત bb સમયુગ્મી સ્ટાર્ચ સંશ્લેષણમાં ઓછી સક્રિયતા ધરાવે છે અને તેથી નાના કદના સ્ટાર્ચ કણોનું ઉત્પાદન કરે છે. પરિપક્વતા બાદ **BB** બીજ ગોળ હોય છે અને **bb** બીજ ખરબચડાં હોય છે. વિષમયુગ્મી ગોળ બીજ ઉત્પન્ન થાય છે, એટલે લાગે છે કે, B પ્રભાવી એલેલ છે. પરંતુ **Bb** બીજમાં સ્ટાર્ચ કણ કદ મધ્યસ્થી બને છે. તેથી જો Bb બીજમાં ઉત્પન્ન થતાં સ્ટાર્ચ કણના કદને સ્વરૂપ પ્રકાર માનવામાં આવે, તો આ દૃષ્ટિકોણથી આ એલેલ અપૂર્ણ પ્રભુતા દર્શાવે છે.

આથી પ્રભુતા એ કોઈ જનીન કે જે તેની માહિતી ધરાવતું હોય તથા તેની નીપજનું સ્વાયત્ત (autonomous) લક્ષણ નથી. જ્યારે આ જનીન એકથી વધુ સ્વરૂપ પ્રકાર પર પ્રભાવ દર્શાવતું હોય તેવા કિસ્સામાં તે જનીનની નીપજ તથા નિશ્ચિત સ્વરૂપ પ્રકાર પર તેટલો જ આધાર રાખે છે.

4.3 બે જનીનોનું વારસાગમન (દ્વિસંકરણ પ્રયોગ) (Inheritance of Two Genes)

મેન્ડલે વટાણાનાં બે ભિન્ન લક્ષણો ધરાવતા છોડ પર સંકરણ પ્રયોગ કર્યા જેમકે પીળા અને ગોળ બીજવાળા છોડનું સંકરણ લીલા અને ખરબચડા બીજવાળા છોડ સાથે કરાવ્યું (આકૃતિ 4.7). મેન્ડલે જોયું કે આ પ્રકારના પિતૃના સંકરણથી માત્ર પીળા રંગવાળા ગોળ બીજના છોડ જ પ્રાપ્ત થાય છે. તમે જણાવી શકો છો કે પીળો / લીલો રંગ તથા ગોળ / ખરબચડા આકારની જોડમાં કયા લક્ષણો પ્રભાવી હશે ?

પીળો રંગ એ લીલા રંગ ઉપર તથા ગોળ આકાર એ ખરબચડા ઉપર પ્રભાવી છે. જ્યારે પીળા તેમજ લીલા અને ગોળ તેમજ ખરબચડા બીજવાળા છોડની વચ્ચે અલગ-અલગ એક સંકરણ કરવામાં આવ્યું તો તેનાં પરિણામો પરથી પણ તેમને આ જ તારણ જાણ્યું છે.

જનીન પ્રકાર સંજ્ઞા **Y** પ્રભાવી પીળા રંગના બીજ તથા **y** પ્રચ્છન્ન લીલા રંગના બીજ માટે, **R** ગોળ આકારના બીજ અને **r** ખરબચડા બીજ આકાર માટે લઈ પ્રયોગ કરવામાં આવે તો પિતૃના જનીન પ્રકાર આ પ્રકારે લખી શકાય **RRYY** અને **rryy**. આ બે વનસ્પતિઓના સંકરણને આકૃતિ 4.7 મુજબ લખી શકાય છે. જેમાં પિતૃ છોડના જનીન પ્રકાર દર્શાવવામાં આવ્યા છે. જન્યુ **RY** અને **ry** મળીને ફલન થવાથી F_1 સંકર **RrYy** ઉત્પન્ન કરે છે.

જ્યારે મેન્ડલે આ F_1 છોડને સ્વફલન કરાવ્યું તો જોવા મળ્યું કે F_2 ના $3/4^{th}$ વનસ્પતિઓના બીજ પીળા અને $1/4^{th}$ ના બીજ લીલા હતા. પીળો અને લીલો રંગ 3 : 1 પ્રમાણમાં વિશ્લેષણ પામે છે. આ જ પ્રકારે ગોળ અને ખરબચડા બીજનો આકાર પણ 3 : 1 પ્રમાણમાં વિશ્લેષણ પામે છે એક સંકરણ પ્રયોગની જેમ.



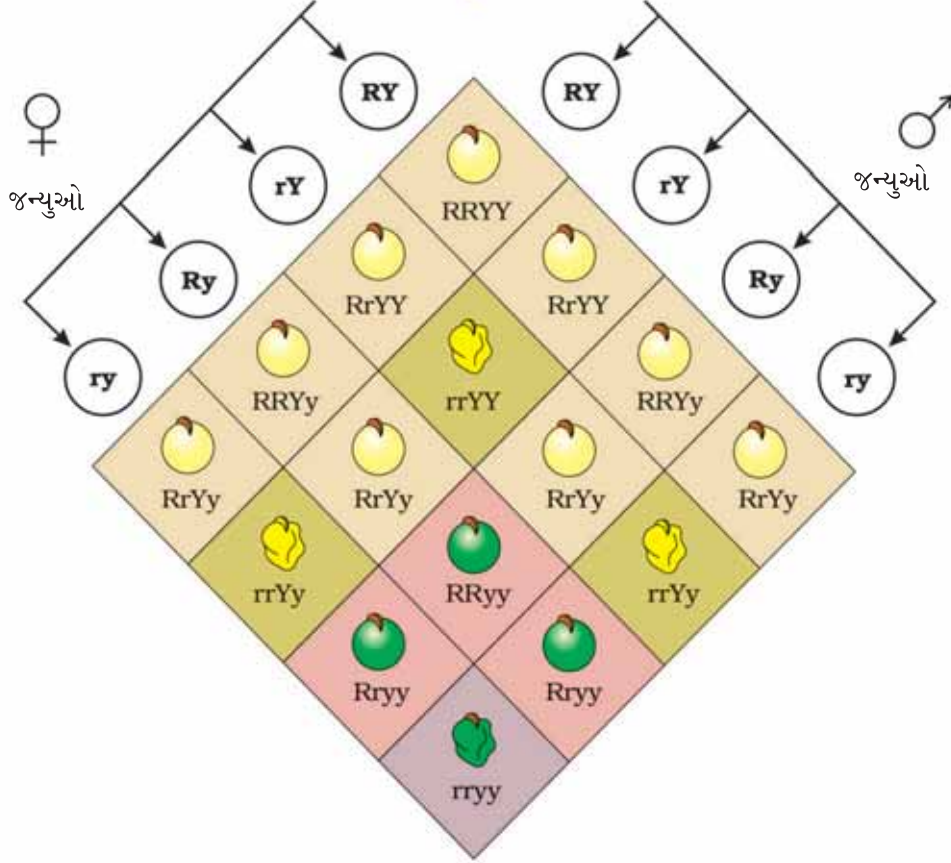
P પેઢી



જન્યુઓ



F₁ પેઢી



F₂ પેઢી

સ્વરૂપ પ્રકાર-પ્રમાણ : ગોળ પીળા : ગોળ લીલા : ખરબચડા પીળા : ખરબચડા લીલા
9 : 3 : 3 : 1



4.3.1 મુક્ત વહેંચણીનો નિયમ (Law of Independent Assortment)

દ્વિસંકરણ પ્રયોગમાં (આકૃતિ 4.7), સ્વરૂપ પ્રકાર ગોળ, પીળા; ખરબચડા, પીળા; ગોળ, લીલા અને ખરબચડા, લીલા; 9:3:3:1ના પ્રમાણમાં પ્રદર્શિત થયા. મેન્ડલ દ્વારા અભ્યાસ કરવામાં આવેલ લક્ષણોની જોડમાં આવું જ પ્રમાણ પ્રાપ્ત થયું.

9:3:3:1ના પ્રમાણને 3 પીળા : 1 લીલાની સાથે 3 ગોળ : 1 ખરબચડાને સંયોજન-શ્રેણીમાં વ્યુત્પન્ન કરી શકાય છે. આ વ્યુત્પન્નને આ પ્રકારે પણ લખી શકાય છે :

(3 ગોળ : 1 ખરબચડા) (3 પીળા : 1 લીલા) = 9 ગોળ, પીળા : 3 ખરબચડા, પીળા : 3 ગોળ, લીલા : 1 ખરબચડા, લીલા

દ્વિસંકરણ પ્રયોગ (બે વિરોધાભાસી લક્ષણો ધરાવતા છોડ વચ્ચે સંકરણ)નાં પરિણામો પર આધારિત મેન્ડલે એક બીજો સામાન્ય નિયમ રજૂ કર્યો. જેને મેન્ડલનો મુક્ત વહેંચણીનો નિયમ કહે છે. આ નિયમ દર્શાવે છે કે જ્યારે કોઈ સંકરણમાં લક્ષણોની બે જોડ સાથે આવે છે ત્યારે કોઈ એક જોડનું લક્ષણ બીજી જોડના લક્ષણથી સ્વતંત્ર રીતે વિશ્લેષણ પામે છે.

F_1 $RrYy$ છોડમાં અર્ધીકરણ દરમિયાન અંડકોષ અને પરાગરજ ઉત્પાદનના સમયે જનીનના બે જોડના મુક્ત વિશ્લેષણને સમજવા માટે પુનેટ સ્કવેરનો સફળતાપૂર્વક ઉપયોગ કરી શકાય છે. જનીનની એક જોડ જનીનો R અને r ના વિશ્લેષણ પર વિચાર કરીએ તો 50 % જન્યુઓમાં R જનીન અને બીજા 50 % જન્યુઓમાં r જનીન હોય છે. તેમાં R અને r હોવાની સાથે-સાથે એલેલ Y અને y પણ હોય છે. Yy નું વિશ્લેષણ પણ Rr જેવું જ થાય છે. યાદ રાખવા જેવી મહત્વની વાત એ છે કે, 50 % R અને 50 % r નું વિશ્લેષણ, 50 % Y અને 50 % y ના વિશ્લેષણથી સ્વતંત્ર રહેલ છે. R ધરાવતા જન્યુઓમાં 50 % Y અને બીજા 50 ટકામાં y , આ પ્રકારે r ધરાવતા જન્યુઓમાં 50 % Y તથા બાકી 50 ટકામાં y જનીન હોય છે. આથી જન્યુઓના 4 જનીન પ્રકાર બની શકે છે (4 પ્રકારની પરાગ તથા 4 પ્રકારના અંડકોષ) જે RY, Ry, rY અને ry આ પ્રકારે હોય છે, જેમાં પ્રત્યેકની સંખ્યા કુલ જન્યુઓના 25 % એટલે કે 1/4 હોય છે. જ્યારે તમે પુનેટ સ્કવેરની બે બાજુએ અંડકોષો અને પરાગને લખશો ત્યારે એ ફલિતાંડોમાં રચનાની જાણકારી મેળવવી સરળ રહેશે. જેનાથી F_2 છોડ ઉત્પન્ન થાય છે (આકૃતિ 4.7). જો 16 સ્કવેર હોય તો કેટલા સ્વરૂપ પ્રકાર અને જનીન પ્રકાર બની શકશે ? આપેલ કોષ્ટકમાં નોંધ કરો.

શું પુનેટ સ્કવેરના પ્રયોગના આંકડાઓથી તમે F_2 અવસ્થાના જનીન પ્રકારની તપાસ કરીને તેને આપેલ કોષ્ટકમાં લખી શકો છો ? શું જનીન-પ્રકાર પ્રમાણ પણ 9:3:3:1 હશે ?

ક્રમ	F_2 માં પ્રાપ્ત જનીન પ્રકાર	તેનો અપેક્ષિત સ્વરૂપ પ્રકાર

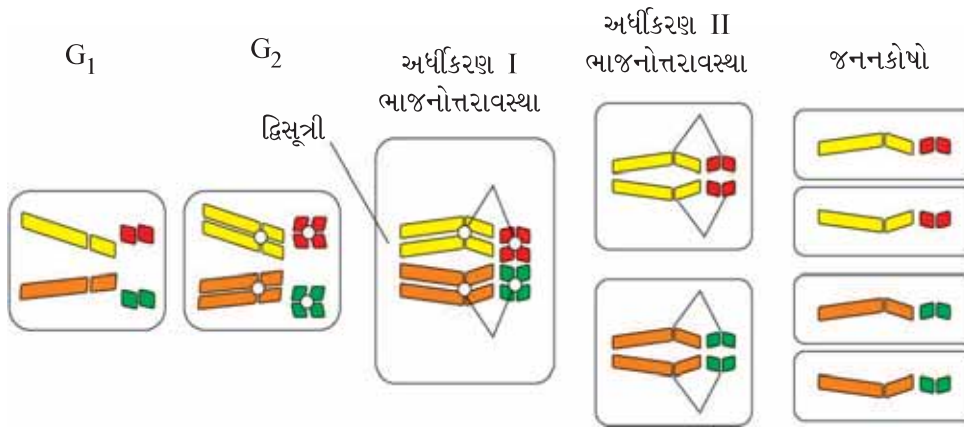
4.3.2 આનુવંશિકતાનો રંગસૂત્રીયવાદ (Chromosomal Theory of Inheritance)

મેન્ડલે તેનું લક્ષણોની આનુવંશિકતા ઉપરનું કાર્ય 1865માં પ્રકાશિત કરેલ તેમ છતાં કેટલાંય કારણોસર 1900ની સાલ સુધી અજાણ રહ્યું. પ્રથમ, એ દિવસોમાં સંચાર-વ્યવહાર સરળ ન હતો (હાલની જેમ). જેનાથી તેઓનાં કાર્યને બહોળો પ્રચાર મળ્યો નહિ. બીજું, જનીનો (અથવા મેન્ડલની ભાષામાં કારકો) માટે એ સંકલ્પના આપી કે તે લક્ષણોના નિયંત્રણની સ્થાયી તેમજ અલગ એકમોના સ્વરૂપે છે તથા



તેના નિયંત્રણની સંકલ્પના અર્થાત્ એવા એલેલ કે જે એકબીજા સાથે સંમિશ્રિત થતા નથી. આ બાબત મેન્ડલનાં સમકાલીનોને સ્વીકાર્ય ન હતી. કારણ કે તેઓ પ્રકૃતિની વિવિધતા રૂપે પરિચિત હતા. ત્રીજું, એ સમયે જીવવિજ્ઞાનીઓને મેન્ડલનો જૈવ ઘટનાના પૃથક્કરણ માટે ઉપયોગમાં લીધેલ ગણિત આધારિત અભિગમ સંપૂર્ણ નવો અને કેટલાક જીવવિજ્ઞાનીઓ દ્વારા અસ્વીકાર્ય હતો. અંતમાં ભલે મેન્ડલનું કાર્ય એ અંકિત કરતું હોય કે કારક (જનીન) વિભક્ત એકમો હોય છે. છતાં પણ તે તેની હાજરીનું ભૌતિક-પ્રમાણ આપી શક્યા નહોતા. તે એ પણ ન બતાવી શક્યા કે તે કયાં દ્રવ્યોના બનેલા હોય છે.

1900માં ત્રણ વૈજ્ઞાનિકો (દ-વ્રિઝ, કોરેન્સ અને શેરમાક (de-Vries, Correns and von Tschermak) એ સ્વતંત્ર સ્વરૂપે લક્ષણોની આનુવંશિકતા સંબંધી મેન્ડલનાં પરિણામોનું પુનઃસંશોધન કર્યું. એ સમયે સૂક્ષ્મદર્શનની તકનીકોમાં પ્રગતિ પણ થઈ રહી હતી અને વૈજ્ઞાનિકો કાળજીપૂર્વક કોષ-વિભાજન જોવામાં સમર્થ થઈ ચૂક્યા હતા. કોષકેન્દ્રમાં એક સંરચનાની શોધ થઈ ચૂકી હતી, જે કોષ-વિભાજન પહેલાં સ્વયંજનન તેમજ વિભાજિત પણ થઈ જાય છે જેને રંગસૂત્રો (રંગકાયકે જેને અભિરંજકથી જોઈ શકાય) કહેવામાં આવ્યા. 1902 સુધી અર્ધીકરણ દરમિયાન રંગસૂત્રોની હલનચલનની ગતિનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થઈ ગયું હતું. વાલ્ટર સટન અને થિયોડોર બોવરી (Walter Sutton and Theodore Boveri)એ જોયું કે, રંગસૂત્રોનો વ્યવહાર પણ જનીન જેવો જ છે. તેઓએ મેન્ડલના નિયમો (કોષ્ટક 4.3)ને રંગસૂત્રોની હલનચલનની ગતિવિધિ (આકૃતિ 4.8) દ્વારા સમજાવ્યા. કોષ-વિભાજનની સમભાજન તેમજ અર્ધીકરણ-પ્રક્રિયામાં રંગસૂત્રોની વર્તણૂકને ધ્યાનમાં રાખીને તેને સમજી શકાય છે. જનીનની જેમ જ રંગસૂત્રો પણ જોડમાં આવેલા હોય છે તથા એક જનીનની જોડના બંને એલેલ સમજાત રંગસૂત્રોના સમજાત સ્થાન પર આવેલા હોય છે.



આકૃતિ 4.8 : ચાર રંગસૂત્રો ધરાવતા કોષમાં અર્ધીકરણ અને જનન કોષનું નિર્માણ. તમે જોઈ શકો છો કે, જનન કોષોના નિર્માણ વખતે રંગસૂત્રો કેવી રીતે વિશ્લેષણ પામે છે ?



કોષ્ટક 4.3 : રંગસૂત્રો અને જનીનના વર્તણૂકની સરખામણી

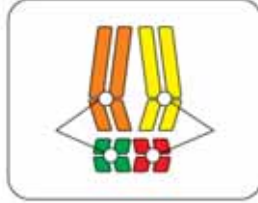
A	B
જોડમાં હોય છે.	જોડમાં હોય છે.
જન્યુનિર્માણ દરમિયાન એવી રીતે વિશ્લેષણ પામે છે કે જન્યુઓની પ્રત્યેક જોડમાંથી માત્ર એક જ જન્યુમાં પ્રવેશી શકે છે.	જન્યુનિર્માણ દરમિયાન વિશ્લેષણ પામે છે અને જોડમાંથી માત્ર એક જ જન્યુને પ્રાપ્ત થાય છે.
અલગ-અલગ જોડ એકબીજાથી સ્વતંત્ર રીતે વિશ્લેષણ પામે છે.	એક જોડ, બીજી જોડથી સ્વતંત્ર રીતે વિશ્લેષણ પામે છે.
શું તમે જણાવી શકશો કે, આ બે કોલમ A અને Bમાંથી કયું કોલમ રંગસૂત્રોનું અને કયું કોલમ જનીનનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે ? આ નિર્ણય તમે કેવી રીતે લીધો ?	

અર્ધીકરણ Iની ભાજનોત્તરાવસ્થામાં રંગસૂત્રોની બે જોડ મધ્યાવસ્થા પટ્ટિકા પર એકબીજાથી સ્વતંત્ર રીતે સરેખિત થઈ શકે છે (આકૃતિ 4.9). આને સમજવા માટે ડાબા અને જમણા કોલમના ચાર અલગ રંગનાં રંગસૂત્રોની સરખામણી કરો. ડાબા કોલમમાં (સંભાવના I) નારંગી અને લીલા એકસાથે વિશ્લેષણ પામે છે પરંતુ જમણી બાજુના કોલમ (સંભાવના II)માં નારંગી રંગસૂત્રો, લાલ રંગસૂત્રો સાથે વિશ્લેષણ પામી રહ્યાં છે.

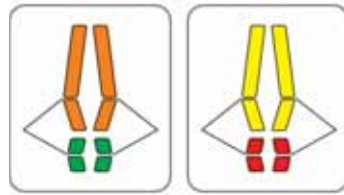
શક્યતા I

એક લાંબું નારંગી અને ટૂંકું લીલું રંગસૂત્ર તથા લાંબું પીળું અને ટૂંકું લાલ રંગસૂત્ર એક જ ધ્રુવ પર

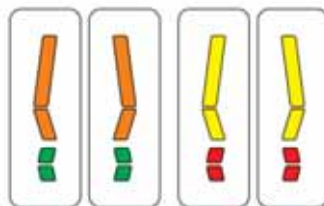
અર્ધીકરણ I - ભાજનોત્તરાવસ્થા



અર્ધીકરણ II - ભાજનોત્તરાવસ્થા



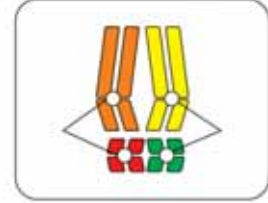
જનન કોષો



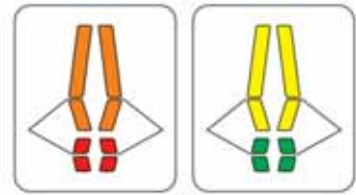
શક્યતા II

એક લાંબું નારંગી અને ટૂંકું લાલ રંગસૂત્ર તથા લાંબું પીળું અને ટૂંકું લીલું રંગસૂત્ર એક જ ધ્રુવ પર

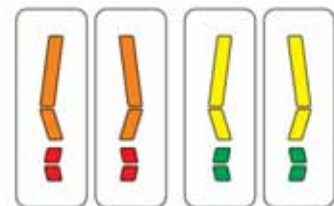
અર્ધીકરણ I - ભાજનોત્તરાવસ્થા



અર્ધીકરણ II - ભાજનોત્તરાવસ્થા



જનન કોષો

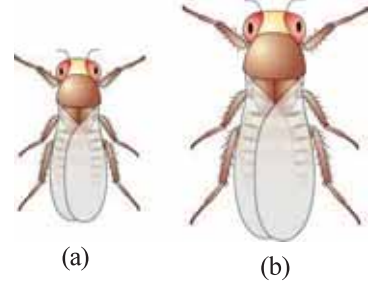


આકૃતિ 4.9 : રંગસૂત્રોની મુક્ત વહેંચણી



સટન અને બોવરીએ તર્ક રજૂ કર્યો કે, રંગસૂત્રોની જોડ બનાવી અને અલગ (વિશ્લેષણ) પામવું તે પોતાની સાથે લઈ જવાઈ રહેલા કારકોના વિશ્લેષણનું કારણ બનશે. સટને રંગસૂત્રોના વિશ્લેષણને મેન્ડલના સિદ્ધાંતો સાથે જોડ્યા જેને આનુવંશિકતાનો રંગસૂત્રીય વાદ કહે છે.

આ વિચારના સંશ્લેષણનું પાલન કરીને થોમસ હન્ટ મોર્ગન (Thomas Hunt Morgan) તથા તેઓના સાથીઓએ આનુવંશિકતાનો રંગસૂત્રીય વાદ અથવા સિદ્ધાંતની પ્રયોગાત્મક ચકાસણી કરી અને લિંગીપ્રજનન ઉત્પાદનમાં જોવા મળતી ભિન્નતા માટે આધારભૂત શોધ કરી. મોર્ગને ફળમાખી, ડ્રોસોફિલા મેલેનોગેસ્ટર (*Drosophila melanogaster*) (આકૃતિ 4.10) પર કાર્ય કર્યું કે જે આવા અભ્યાસ માટે સાનુકૂળ સાબિત થઈ. તેને પ્રયોગશાળામાં સરળ સંશ્લેષિત માધ્યમમાં ઉછેરી શકાતી હતી. તે પોતાનું જીવનચક્ર બે અઠવાડિયામાં પૂર્ણ કરે છે. તેમાં એક જ મૈથુનથી માખીઓની વિપુલ સંતતિ ઉત્પન્ન થાય છે તથા તેમાં સ્પષ્ટ લિંગભેદ હતો. નર અને માદાની સહેલાઈથી ઓળખ થઈ શકતી હતી. સાથે તેઓમાં આનુવંશિક વિવિધતાઓના અનેક પ્રકાર હતા જે સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રના લોન્પાવરમાં પણ જોઈ શકાતા હતા.



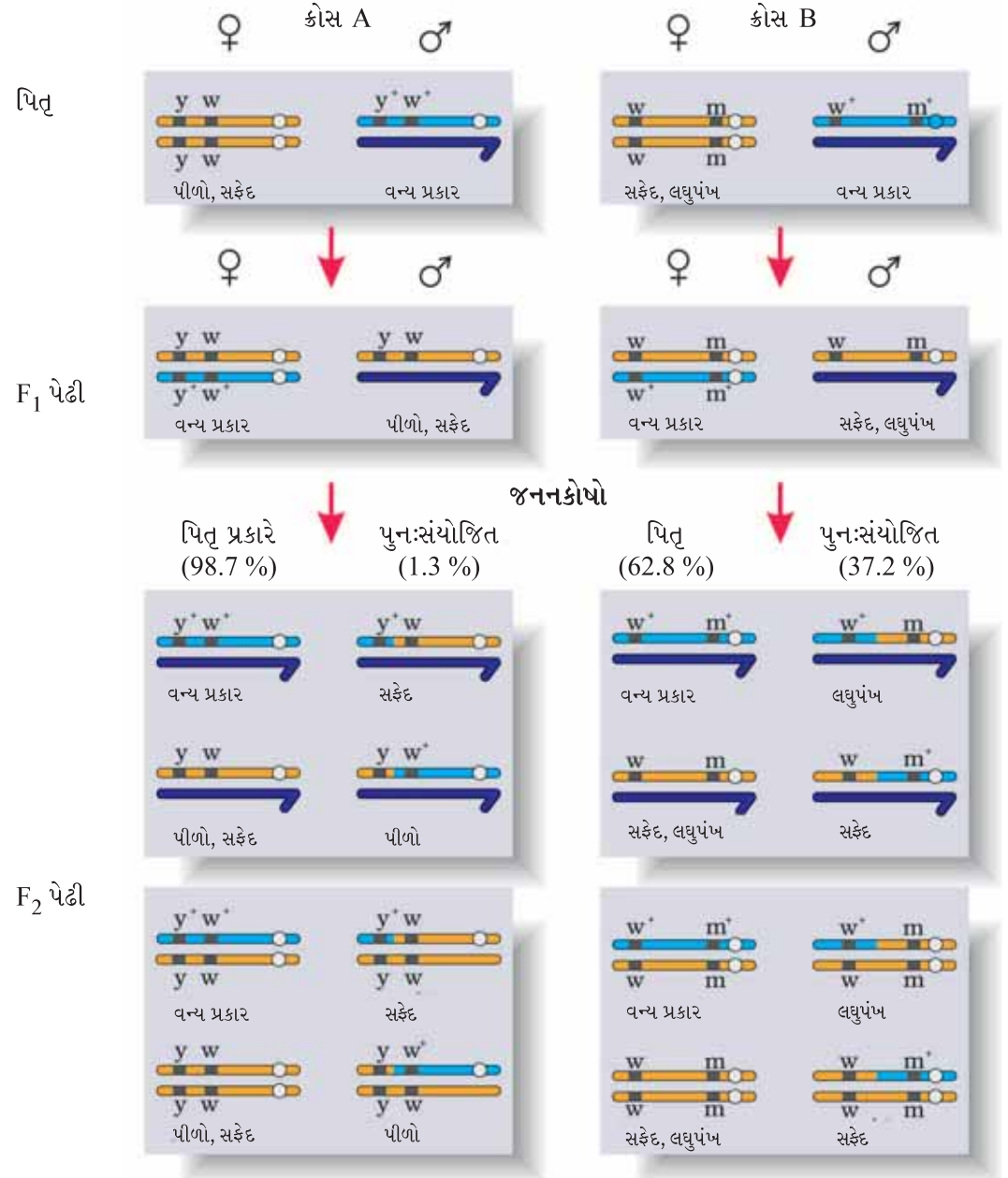
આકૃતિ 4.10 : ડ્રોસોફિલા મેલેનોગેસ્ટર
(a) નર (b) માદા

4.3.3 સહલગ્નતા અને પુનઃસંયોજન (Linkage and Recombination)

લિંગ સંકલિત જનીનોના અભ્યાસ માટે મોર્ગને ડ્રોસોફિલામાં ઘણાબધા દ્વિસંકરણ પ્રયોગ કર્યા. આ મેન્ડલ દ્વારા વટાણામાં કરવામાં આવેલા દ્વિસંકરણ-પ્રયોગ જેવા જ હતા. ઉદાહરણ તરીકે મોર્ગને પીળા શરીર અને સફેદ આંખોવાળી માદા માખીનું સંકરણ, બદામી શરીર અને લાલ આંખોવાળી નર માખી સાથે કરાવ્યું અને પછી F_1 સંતતિઓનું એકબીજા સાથે પરફલન કરાવ્યું. એણે જોયું કે બે જનીનોની જોડ એકબીજાથી સ્વતંત્ર વિશ્લેષણ ન પામી અને F_2 નું પ્રમાણ 9:3:3:1 કરતાં નોંધપાત્ર રીતે અલગ પ્રાપ્ત થયું (બે જનીનોના સ્વતંત્ર રહેવા પર આ પ્રમાણ અપેક્ષિત હતું).

મોર્ગન તથા તેના સહયોગીઓ એ જાણતા હતા કે જનીન X-રંગસૂત્રો પર સ્થિત છે (વધુ અભ્યાસ વિભાગ 4.4) અને ત્વરિત એ પણ જાણી લીધું કે જ્યારે દ્વિસંકરણમાં બે જનીન એક જ રંગસૂત્ર પર આવેલા હોય ત્યારે પિતૃ જનીન સંયોજનોનું પ્રમાણ બિનપિતૃ પ્રકારથી ખૂબ જ ઊંચું રહે છે. મોર્ગને તેનું કારણ બે જનીનોનું ભૌતિક સંયોજન અથવા સહલગ્નતા બતાવ્યું. મોર્ગને આ ઘટના માટે સહલગ્નતા (linkage) શબ્દ આપ્યો જે એક જ રંગસૂત્રના જનીનોના ભૌતિક જોડાણો વર્ણવે છે અને બિનપિતૃ જનીન સંયોજનોની પેઢી માટે પુનઃસંયોજન (recombination) શબ્દ વાપર્યો (આકૃતિ 4.11). મોર્ગને તથા તેના સહયોગીઓએ પણ તપાસ લગાવી કે એક જ રંગસૂત્ર પર આવેલા હોવા છતાં પણ કેટલાક જનીનોની સહલગ્નતા વધુ હતી (એટલે કે પુનઃસંયોજન ઘણું ઓછું હતું) (આકૃતિ 4.11 પરફલન A). જ્યારે અન્ય ઢીલી રીતે (loosely) જોડાણ ધરાવતા હતા (એટલે કે પુનઃસંયોજન ઘણું ઊંચું હતું) (આકૃતિ 4.11 પરફલન B). ઉદાહરણ તરીકે તેમણે શોધ્યું કે સફેદ જનીન અને પીળા જનીન ખૂબ જ મજબૂતાઈથી જોડાયેલા હતા અને તેમાં પુનઃસંયોજન 1.3 % હતું. જ્યારે સફેદ અને લઘુપંખ (miniature) જનીનનું પુનઃસંયોજન પ્રમાણ 37.2 % હતું, એટલે તેમાં

સહલગ્નતા ઓછી હતી. મોર્ગનના વિદ્યાર્થી અલ્ફ્રેડ સ્ટર્ટવિંટે (Alfred Strurtevant) એક જ રંગસૂત્રના જનીન જોડની પુનઃસંયોજિત આવૃત્તિને જનીનો વચ્ચેનું અંતર માનીને રંગસૂત્રોમાં તેઓની સ્થિતિનો નકશો દર્શાવ્યો. આજકાલ પૂર્ણ જિનોમના અનુક્રમના નિર્ધારણમાં જનીનિક નકશા (genetic maps) ખૂબ જ વધારે ઉપયોગમાં લેવાઈ રહ્યા છે. આવું જ હ્યુમન જિનોમ અનુક્રમણ પ્રોજેક્ટમાં પણ વર્ણિત કરવામાં આવેલ છે.



આકૃતિ 4.11 : મોર્ગન દ્વારા કરવામાં આવેલ બે દ્વિસંકરણોનું પરિણામ : કોસ A y જનીન અને w વચ્ચે સંકરણ દર્શાવે છે. કોસ B જનીન w અને m વચ્ચે સંકરણ દર્શાવે છે. અહીં પ્રભાવી વચ્ચેના પ્રકારે (+) એક સંજ્ઞા ઉપર કરેલ બીજી સંજ્ઞા (superscript). નોંધ : y અને w વચ્ચેની સહલગ્નતાની મજબૂતાઈ w અને m કરતાં ઊંચી છે



4.4 બહુજનીનિક વારસો (Polygenic Inheritance)

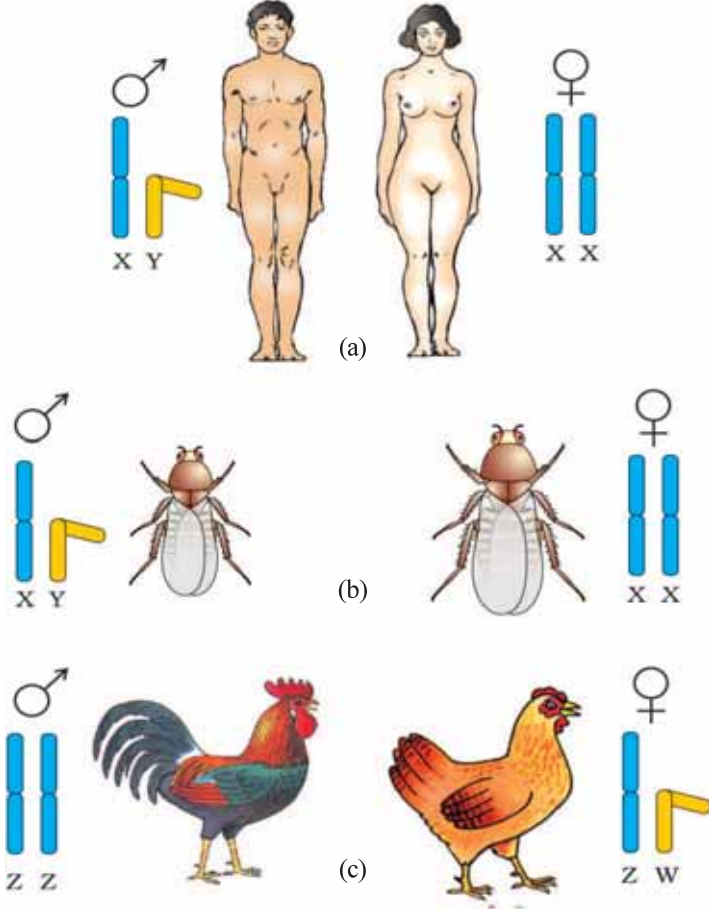
મેન્ડેલના અભ્યાસે મુખ્યત્વે તે લક્ષણો વર્ણવ્યાં છે જે અલગ-અલગ અભિવ્યક્તિઓ દર્શાવે, જેમ કે પુષ્પનો રંગ કે જે જાંબલી કે સફેદ હોય છે. પરંતુ જો તમે આસપાસ જોશો તો તમને ત્યાં ઘણી લાક્ષણિકતાઓ જોવા મળશે. જે તેમની ક્રિયામાં એટલી ભિન્ન નથી અને સમગ્ર ઘટકોમાં ફેલાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, માનવોમાં માત્ર ઊંચા અથવા નીચા લોકો એવા બે અલગ-અલગ વિકલ્પો જ ન હોય, પરંતુ સંભવિત ઊંચાઈની સંપૂર્ણ શ્રેણી હોય છે. આવાં લક્ષણો સામાન્ય રીતે ત્રણ અથવા વધુ જનીનો દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે અને તેથી તેને બહુજનીનિક લક્ષણો (polygenic traits) કહે છે. બહુવિધ જનીન, બહુજનીનિક વારસા સાથે સંકળાયેલ હોવા ઉપરાંત પર્યાવરણના પ્રભાવને પણ ધ્યાનમાં લે છે. માનવ-ત્વચાનો રંગ આનું એક અન્ય નમૂનારૂપ (classic) ઉદાહરણ છે. બહુજનીનિક લક્ષણમાં સ્વરૂપ પ્રકાર દરેક એલેલના સહયોગથી નિર્દેશિત કરાય છે, એટલે કે દરેક એલેલની અસર ઉમેરાય છે. આને સારી રીતે સમજવા માટે આપણે ધારીએ કે ત્રણ જનીનો A, B, C ત્વચાના રંગને નિયંત્રિત કરે છે. આમાંનાં પ્રભાવી સ્વરૂપો A, B અને C ત્વચાના ઘેરા રંગ માટે જવાબદાર છે અને પ્રચ્છન્ન સ્વરૂપો a, b અને c ઝાંખા (light) રંગ માટે જવાબદાર છે. બધા જ પ્રભાવી એલેલ (AABBCC) સાથેનો જનીન પ્રકાર એકદમ ઘેરો રંગ ધરાવે છે અને તે જ રીતે પ્રચ્છન્ન એલેલ (aabbcc) સાથેનો એકદમ ઝાંખો રંગ દર્શાવે છે. ધારણા (અપેક્ષા) પ્રમાણે ત્રણ પ્રભાવી એલેલ અને ત્રણની સંખ્યામાં પ્રચ્છન્ન એલેલ ધરાવતો જનીન પ્રકાર ત્વચાનો વચગાળાનો રંગ ધરાવે છે. આ અનુસંધાને જનીન પ્રકારમાં દરેક એલેલની સંખ્યા વ્યક્તિગત ત્વચાના ઘેરા અને ઝાંખા રંગ માટે જવાબદાર છે.

4.5 પ્લીઓટ્રોપી (Pleiotropy)

અત્યાર સુધી આપણે જનીનનો એક જ સ્વરૂપ પ્રકાર અથવા લક્ષણ ઉપર અસર જોઈ. જોકે હવે એવાં ઉદાહરણો જોઈએ કે જેમાં એકલ જનીન એક કરતાં વધારે સ્વરૂપલક્ષી અભિવ્યક્તિ દર્શાવે છે. આવા જનીનને પ્લીઓટ્રોપિક જનીન (pleiotropic gene) કહે છે. મોટા ભાગના કિસ્સામાં પ્લીઓટ્રોપીની પ્રક્રિયા અંતર્ગત જનીનની અસર ચયાપચયીક પથ (pathways) ઉપર થાય છે કે જે વિવિધ સ્વરૂપ પ્રકારો તરફ દોરી જાય છે. ફિનાઈલકિટોન્યુરિયા રોગ, તેનું ઉદાહરણ છે. જે માનવમાં જોવા મળે છે. આ રોગ થવાનું કારણ ફિનાઈલ એલેનિન હાઈડ્રોક્સાઈલેઝ ઉત્સેચક માટે સંકેતન કરતા જનીનની વિકૃતિ છે (એકલ જનીન વિકૃતિ). માનસિક મંદતા અને વાળ તથા ત્વચાના રંજકણોમાં ઘટાડાને દર્શાવતી સ્વરૂપલક્ષી અભિવ્યક્તિ દ્વારા આપોઆપ દેખાઈ આવે છે.

4.6 લિંગ-નિશ્ચયન (Sex Determination)

લિંગ-નિશ્ચયનની ક્રિયાવિધિ હંમેશા માટે જનીનશાસ્ત્રીઓ માટે એક કોયડો બની રહી. જનીનિક / રંગસૂત્રીય ક્રિયાવિધિ દ્વારા લિંગ-નિર્ધારણના પ્રારંભિક સંકેત કીટકો પર કરવામાં આવેલા શરૂઆતના પ્રયોગો પરથી પ્રાપ્ત થયા. વાસ્તવમાં અનેક કીટકો પર કોષીય નિરીક્ષણોએ લિંગ-નિશ્ચયનના જનીનિક / રંગસૂત્રીય આધારનો વિકાસ કર્યો. હેન્કિંગે (Henking) 1891 માં કેટલાક કીટકોમાં શુક્રકોષ જનનની વિભિન્ન અવસ્થાઓમાં એક વિશેષ કોષકેન્દ્રીય સંરચનાની ઓળખ મેળવી. તેઓએ એ પણ જોયું કે 50 % શુક્રકોષમાં શુક્રકોષજનન પછી આ સંરચના જોઈ શકાય છે. જ્યારે બાકીના 50 ટકામાં આ સંરચના જોવા મળતી નથી. હેન્કિંગે આ સંરચનાને



આકૃતિ 4.12 : રંગસૂત્રીય ભિન્નતાના આધારે લિંગ-નિશ્ચયન : (a અને b) માનવ તથા ડ્રોસોફિલામાં, માદામાં XX રંગસૂત્રની જોડ (સમયુગ્મી) તથા નરમાં XY (વિષમયુગ્મી) સ્થિતિ (c) ઘણાં પક્ષીઓમાં માદામાં અસમાન રંગસૂત્રો ZW તથા નરમાં સમાન રંગસૂત્ર ZZ

X-કાય (X-body) નામ આપ્યું પરંતુ તે તેના મહત્વને સમજાવી ન શક્યા. અન્ય વૈજ્ઞાનિકોએ શોધકાર્યોથી એ નિષ્કર્ષ આપ્યો કે હેન્ડિંગનું **X-કાય** વાસ્તવમાં રંગસૂત્ર જ હતું. એટલા માટે તેને X-રંગસૂત્ર તરીકે ઓળખવામાં આવ્યું. એ પણ જોવામાં આવ્યું કે, ઘણાબધા કીટકોમાં લિંગ-નિશ્ચયનની ક્રિયાવિધિ XO પ્રકારની હોય છે. અર્થાત્ બધા જ અંડકોષોમાં અન્ય રંગસૂત્રો (દૈહિક રંગસૂત્રો) સિવાય એક વધારાનું રંગસૂત્ર પણ હોય છે. બીજી બાજુ કેટલાક શુક્રકોષોમાં આ X-રંગસૂત્ર હોય છે, જ્યારે કેટલાકમાં હોતું નથી. X-રંગસૂત્રયુક્ત શુક્રકોષ દ્વારા ફલિત અંડકોષ માદા બની જાય છે અને જો X-રંગસૂત્રરહિત શુક્રકોષ વડે ફલિત થાય તો તે નર બની જાય છે. શું તમે વિચારો છો કે નર અને માદા બંનેમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા સરખી હોય છે ? આ X-રંગસૂત્રની લિંગ-નિશ્ચયનમાં ભૂમિકા હોવાથી તેને **લિંગી રંગસૂત્ર (sex chromosome)** નામ આપવામાં આવ્યું. બાકીનાં બીજાં રંગસૂત્રોને **દૈહિક રંગસૂત્રો (autosomes)** નામ આપવામાં આવ્યું. તીતીધોડો XO પ્રકારના લિંગ-નિશ્ચયનનું ઉદાહરણ છે. તેમાં નરમાં દૈહિક રંગસૂત્રો સિવાય એક X-રંગસૂત્ર આવેલું હોય છે. જ્યારે માદામાં X-રંગસૂત્રની એક જોડ આવેલી હોય છે.

આ નિરીક્ષણોની પ્રેરણાથી લિંગ-નિશ્ચયનની ક્રિયાવિધિને સમજવા માટે અન્ય ઘણીબધી જાતિઓમાં પણ તેની શોધ કરવામાં આવી. ઘણા કીટકો અને મનુષ્ય સહિત સ્તનધારીઓમાં XY પ્રકારનું લિંગ-નિશ્ચયન જોવા મળ્યું. જ્યાં નર અને માદા બંનેમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા સરખી હોય છે. નરમાં એક રંગસૂત્ર X હોય છે. પરંતુ તેનું જોડીદાર સ્પષ્ટ નાનું હોય છે જેને Y રંગસૂત્ર

કહેવાય છે. દૈહિક રંગસૂત્રોની સંખ્યા નર અને માદા બંનેમાં સરખી હોય

છે. બીજા શબ્દોમાં નરમાં દૈહિક રંગસૂત્રો સાથે XY હોય છે અને માદામાં દૈહિક રંગસૂત્રો સાથે XX હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, મનુષ્ય તથા ડ્રોસોફિલામાં નરમાં દૈહિક રંગસૂત્રો ઉપરાંત એક X અને એક Y રંગસૂત્ર હોય છે. જ્યારે માદામાં દૈહિક રંગસૂત્રો ઉપરાંત એક જોડ X-રંગસૂત્ર હોય છે (આકૃતિ 4.12 a, b).

ઉપરની સમજૂતીમાં તમે બે પ્રકારના લિંગ-નિશ્ચયન એટલે XO પ્રકાર અને XY પ્રકારનો અભ્યાસ કર્યો. બંનેમાં નર બે પ્રકારના જન્યુઓનું નિર્માણ કરે છે. (a) X-રંગસૂત્ર સહિત અથવા રહિત (b) કેટલાક જન્યુઓમાં X-રંગસૂત્ર અને કેટલાકમાં Y-રંગસૂત્ર. આ પ્રકારની લિંગ-નિશ્ચયન ક્રિયાવિધિને **નર વિષમયુગ્મકતા (male heterogamety)** કહેવાય છે. કેટલાક અન્ય સજીવોમાં જેમકે, પક્ષીઓમાં અલગ પ્રકારનું લિંગ-નિશ્ચયન જોવા મળ્યું (આકૃતિ 4.12 c). આ પ્રક્રિયામાં રંગસૂત્રની કુલ સંખ્યા નર અને માદા બંનેમાં સરખી હોય છે પરંતુ માદા લિંગી રંગસૂત્રો દ્વારા બે ભિન્ન પ્રકારના જન્યુઓનું



નિર્માણ થાય છે. એટલે કે **માદામાં વિષમયુગ્મકતા (female heterogamety)** જોવા મળે છે. અગાઉ વર્ણવેલ લિંગ-નિશ્ચયનથી વિશિષ્ટ પદ્ધતિના ઉદ્દેશથી માદા પક્ષીઓનાં લિંગી રંગસૂત્રોને Z અને W રંગસૂત્ર વડે દર્શાવ્યા છે. આ સજીવોમાં માદા એક Z અને એક W રંગસૂત્ર ધરાવે છે, જ્યારે નરમાં દૈહિક રંગસૂત્રો ઉપરાંત Z રંગસૂત્રની એક જોડ આવેલી હોય છે.

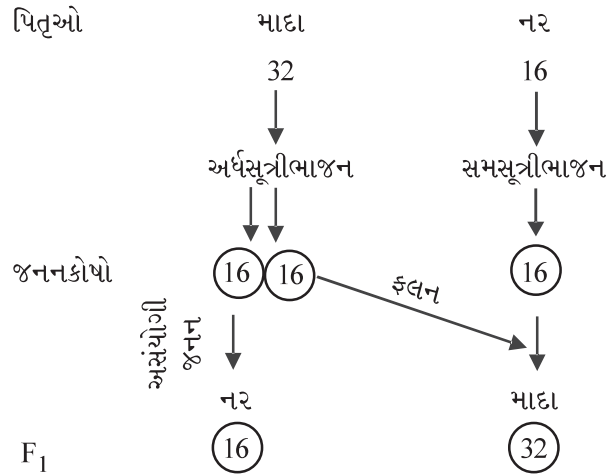
4.6.1 મનુષ્યમાં લિંગ-નિશ્ચયન (Sex Determination in Humans)

જેમ કે પહેલાં સમજાવવામાં આવ્યું કે, મનુષ્યમાં લિંગ-નિશ્ચયન XY પ્રકારનું હોય છે. કુલ 23 જોડ રંગસૂત્રોમાંથી 22 જોડ નર અને માદામાં બિલકુલ એકસમાન હોય છે; જેને દૈહિક રંગસૂત્રો કહેવાય છે. માદામાં X-રંગસૂત્રની એક જોડ હોય છે અને નરમાં X-રંગસૂત્ર ઉપરાંત એક Y-રંગસૂત્ર હોય છે જે નરનાં લક્ષણોને નિર્ધારિત કરે છે. નરમાં શુક્રકોષજનન દરમિયાન બે પ્રકારના જન્યુઓ બને છે. કુલ ઉત્પન્ન થતા શુક્રકોષમાંથી 50 % X-રંગસૂત્રયુક્ત હોય છે અને 50% Y રંગસૂત્રયુક્ત હોય છે. તેની સાથે દૈહિક રંગસૂત્રો તો હોય છે જ. માદામાં માત્ર એક જ પ્રકારનો અંડકોષ બને છે, જેમાં X-રંગસૂત્ર હોય છે. અંડકોષમાં X અથવા Y પ્રકારનાં રંગસૂત્રોથી ફલન થવાની સંભાવના સરખી રહે છે. જો અંડકોષનું ફલન X રંગસૂત્ર ધરાવતા શુક્રકોષ દ્વારા થશે તો યુગ્મનજ (ફલિતાંડ) માદા (XX)માં વિકસિત થશે અને જો Y રંગસૂત્ર ધરાવતા શુક્રકોષ દ્વારા ફલન થવાથી નર સંતતિ જન્મ લે છે. આથી સ્પષ્ટ છે કે શુક્રકોષની આનુવંશિક સંરચના જ શિશુનું લિંગ-નિશ્ચયન કરે છે. એ પણ સ્પષ્ટ છે કે પ્રત્યેક ગર્ભાવસ્થામાં શિશુને નર અથવા માદા તરીકે વિકસવાની સંભાવના 50 % હોય છે. આ આપણી કમનસીબી છે કે સમાજ કન્યાના જન્મ માટે માતાને દોષિત ગણે છે. આ ખોટા વિચારોના કારણે તેની સાથે બર્દિષ્ટ વ્યવહાર થતા આવ્યા છે.

4.6.2 મધમાખીમાં લિંગ-નિશ્ચયન (Sex determination in Honey bee)

મધમાખીમાં લિંગ-નિશ્ચયન વ્યક્તિગત પ્રાપ્ત કરેલાં રંગસૂત્રોના સમૂહ (sets)ની સંખ્યા ઉપર આધારિત છે. સંતતિ શુક્રકોષ અને અંડકોષના જોડાણથી બને તો માદા (રાણી-queen અથવા કાર્યકર-worker) તરીકે વિકસે અને અફલિત અંડકોષ અસંયોગી

જનન દ્વારા નર (dron) તરીકે વિકસે. આનો અર્થ એ થાય કે નરમાં, માદા કરતાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા અડધી હોય છે. માદા દ્વિકીય 32 રંગસૂત્રો ધરાવતી અને નર એકકીય એટલે કે 16 રંગસૂત્રો ધરાવતો. જેને એકકીય-દ્વિકીય (હેપ્લોડિપ્લોઈડ) લિંગ-નિશ્ચયન પદ્ધતિ કહે છે અને વિશિષ્ટ લક્ષણની લાક્ષણિકતા જેવી કે નર સમવિભાજન દ્વારા શુક્રકોષો ઉત્પન્ન કરે છે (આકૃતિ 4.13), તેઓને પિતા નથી અને તેથી પુત્રો પણ નથી, પરંતુ તેઓને દાદા અને પૌત્રો છે.



આકૃતિ 4.13 : મધમાખીમાં જાતિ-નિશ્ચયન

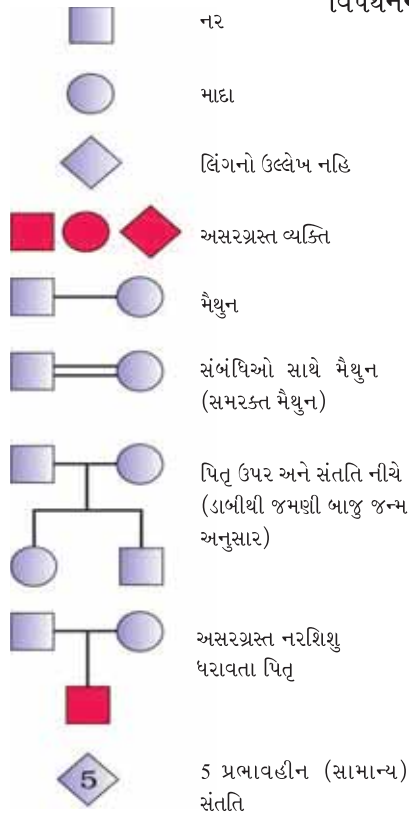
પક્ષીઓમાં લિંગ-નિશ્ચયનની ક્રિયાવિધિ ભિન્ન પ્રકારની કેમ છે ? બાળ મરઘી (ચિકન)ની લિંગ-નિશ્ચયન માટે જવાબદાર કોણ છે શુક્રકોષ કે અંડકોષ ?



4.7 વિકૃતિ (Mutation)

વિકૃતિ એવી ઘટના છે જેના પરિણામે DNAના અનુક્રમ (sequences)માં વૈકલ્પિક બદલાવ પ્રેરાય છે. તેના પરિણામ સ્વરૂપે સજીવના જનીન પ્રકાર અને સ્વરૂપ પ્રકારમાં પરિવર્તન આવી જાય છે. પુનઃસંયોજન સિવાય વિકૃતિ એ અસાધારણ ક્રિયા છે જે DNAમાં વિવિધતા લાવે છે.

આગળના પ્રકરણ 5માં અભ્યાસ કરશો કે, પ્રત્યેક રંગસૂત્રિકા (chromatid)માં એક છેડાથી બીજા છેડા સુધી સળંગ અત્યંત ગુંચળા સ્વરૂપે DNAનું એક કુંતલ આવેલ હોય છે. DNA ખંડનો લોપ (deletion) અથવા દ્વિગુણન (insertion / duplication) રંગસૂત્રોમાં ફેરફાર પ્રેરે છે કેમકે જનીન રંગસૂત્રોમાં સ્થિત માનવામાં આવે છે. એટલા માટે રંગસૂત્રોમાં થતો ફેરફાર અસાધારણ તથા વિપથનને જન્મ આપે છે. આવા રંગસૂત્રીય વિપથન કેન્સર કોષોમાં સામાન્ય રીતે જોવા મળે છે.



આકૃતિ 4.13 : માનવ-વંશાવળી પૃથક્કરણમાં વપરાતા સંકેતો

આનાથી વિશેષ DNAની એક બેઈઝ જોડમાં થતું પરિવર્તન પણ વિકૃતિ પ્રેરે છે. તેને પોઈન્ટ મ્યુટેશન (point mutation) કહે છે. આ પ્રકારની વિકૃતિનું જાણીતું ઉદાહરણ સિકલ-સેલ-એનિમિયા છે. DNAની વધારે બેઈઝ જોડીનો લોપ કે દ્વિગુણન ફ્રેમ-શિફ્ટ મ્યુટેશન (frame-shift mutations) ઉત્પન્ન કરે છે (પ્રકરણ 5 જુઓ).

આ સ્તરે વિકૃતિની ક્રિયાવિધિની ચર્ચા વિષયવસ્તુની બહાર છે. વિકૃતિ અનેક રાસાયણિક તથા ભૌતિક કારકો દ્વારા થાય છે. તેને મ્યુટાજેન્સ નામ આપવામાં આવ્યું છે. પારજાંબલી કિરણો સજીવોમાં વિકૃતિ પેદા કરે છે તે મ્યુટાજન છે.

4.8 જનીનિક અનિયમિતતાઓ (Genetic Disorders)

4.8.1 વંશાવળી પૃથક્કરણ (Pedigree Analysis)

માનવસમાજમાં આનુવંશિક વિકારની વાત પહેલાંના સમયથી ચાલી આવી છે. તેનો આધાર હતો કે કેટલાંક કુટુંબોમાં વિશિષ્ટ લક્ષણોની આનુવંશિકતા મેન્ડલના કાર્યના પુનઃ સંશોધન પછી મનુષ્યમાં વારસાગત લક્ષણોના અનુકરણીય નમૂનાના પૃથક્કરણની શરૂઆત થઈ. એ સ્પષ્ટ છે કે વટાણાના છોડ અને અન્ય સજીવોમાં કરવામાં આવેલ નિયંત્રિત સંકરણ પ્રયોગ મનુષ્યમાં સંભવ નથી. એટલા માટે એક જ વિકલ્પ રહી જાય છે કે વિશિષ્ટ લક્ષણની આનુવંશિકતાના સંદર્ભે વંશના ઇતિહાસનો અભ્યાસ કરવામાં આવે. માનવકુટુંબમાં અનેક પેઢીઓ સુધી કોઈ એક લક્ષણની નોંધ રાખવાની બાબતને વંશાવળી પૃથક્કરણ (pedigree analysis) કહે છે. વંશાવળી પૃથક્કરણમાં વંશવૃક્ષ (family tree) તરીકે વિશેષ લક્ષણનું પેઢી દર પેઢી વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે.

માનવ જનીનવિદ્યામાં વંશાવળી અભ્યાસ એક મહત્વપૂર્ણ ઉપકરણ હોય છે. જેનો વિશેષ લક્ષણ, અસામાન્યતા અથવા રોગની તપાસ કરવા માટે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. વંશાવળી પૃથક્કરણમાં ઉપયોગમાં લેવાતા કેટલાક સંકેતોને આકૃતિ 4.13માં દર્શાવવામાં આવ્યા છે.

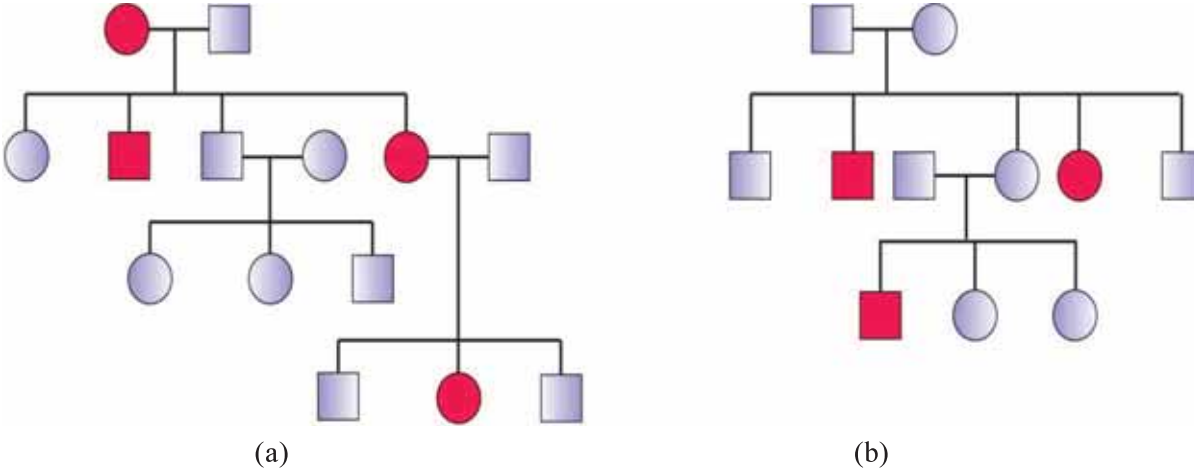
જેમકે તમે આ પ્રકરણમાં અભ્યાસ કર્યો કે કોઈ પણ સજીવનું પ્રત્યેક લક્ષણ રંગસૂત્રમાં આવેલા DNA પરના એક અથવા બીજા જનીન દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. DNA આનુવંશિક માહિતીનું વાહક છે અને તે કોઈ પણ પરિવર્તન વગર એક પેઢીમાંથી બીજી પેઢીમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે. હા, ક્યારેક પરિવર્તન / રૂપાંતરણ પણ થતા રહેતા હોય છે. આ પ્રકારના પરિવર્તનને



વિકૃતિ (mutation) કહેવાય છે. મનુષ્યમાં કેટલાક વિકાર એવા જોવા મળ્યા છે કે, જેનો સંબંધ રંગસૂત્ર અથવા જનીનના પરિવર્તન (બદલાવ) પર હોય છે.

4.8.2 મેન્ડેલિયન અનિયમિતતાઓ (Mendelian Disorders)

વ્યાપક રીતે જનીનિક અનિયમિતતાઓને બે જૂથમાં મૂકી શકાય છે - મેન્ડેલિયન અનિયમિતતા અને રંગસૂત્રીય અનિયમિતતા. મેન્ડેલિયન અનિયમિતતા એ છે કે, જેમાં કોઈ એક જનીનમાં રૂપાંતરણ અથવા વિકૃતિ થાય. આ વિકાર એ જ ક્રિયાવિધિ દ્વારા સંતતિમાં ઊતરે છે જેનો અભ્યાસ આનુવંશિકતાના સિદ્ધાંતોમાં કરવામાં આવેલ છે. આ પ્રકારની મેન્ડેલિયન અનિયમિતતાઓની આનુવંશિકતાનાં ઉદાહરણોને કોઈ કુટુંબમાં વંશાવળી પૃથક્કરણ દ્વારા શોધી શકાય છે. મેન્ડેલિયન વિકારોનાં સૌથી સામાન્ય ઉદાહરણ હિમોફિલિયા, સિસ્ટિક ફાઇબ્રોસિસ, સિકલ-સેલ એનિમિયા, રંગઅંધતા, ફિનાઈલ કિટોન્યુરિયા, થેલેસેમિયા વગેરે છે. અહીં એ પણ બતાવવું જરૂરી છે કે, મેન્ડેલિયન અનિયમિતતાઓ પ્રભાવી અને પ્રચ્છન્ન પણ હોઈ શકે છે. જેમકે હિમોફિલિયામાં જોવા મળે છે તે મુજબ આ લક્ષણ લિંગ-સંકલિત પણ હોઈ શકે છે. એ સુસ્પષ્ટ છે કે X-સંલગ્ન પ્રચ્છન્ન લક્ષણ વાહક માદામાંથી નર સંતતિને પ્રાપ્ત થાય છે. આ વંશાવળી (pedigree)નો નમૂનો આકૃતિ 4.14માં પ્રભાવી અને પ્રચ્છન્ન લક્ષણ દ્વારા દર્શાવવામાં આવેલ છે. તમારા શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરો અને દૈહિક તથા લિંગી-રંગસૂત્રો સંલગ્ન લક્ષણોવાળા વંશાવળી પૃથક્કરણનો ચાર્ટ બનાવો.



આકૃતિ 4.14 : પ્રતિકાત્મક વંશાવળી પૃથક્કરણ (a) દૈહિક પ્રભાવી લક્ષણ (ઉદાહરણ : માયોટોનિક ડિસ્ટ્રોફી) (b) દૈહિક પ્રચ્છન્ન લક્ષણ (ઉદાહરણ : સિકલ-સેલ એનિમિયા)

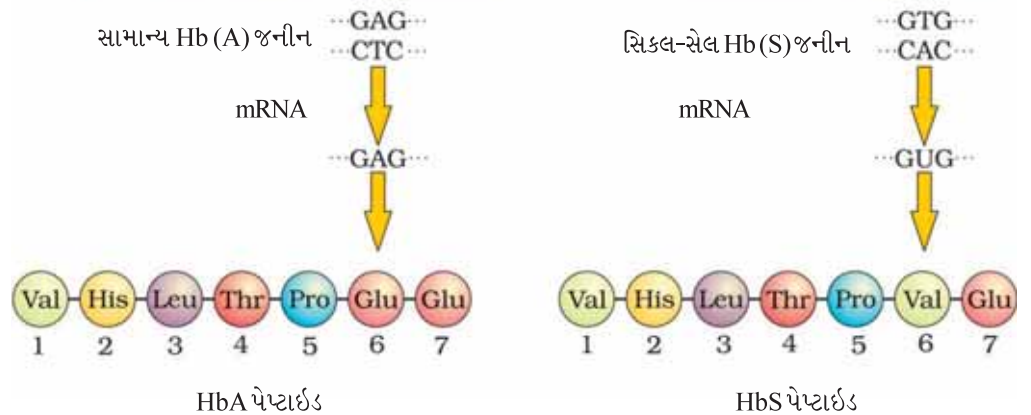
રંગઅંધતા (Colour Blindness) : આ લિંગ સંલગ્ન પ્રચ્છન્ન જનીનની ખામી છે, જે લાલ અથવા લીલા આંખના શંકુકોષોની ખામી છે, જેના પરિણામે લાલ અને લીલા રંગ પારખવામાં નિષ્ફળ જવાય છે. આ ખામી X રંગસૂત્ર ઉપર હાજર કેટલાક જનીનોની વિકૃતિને કારણે થાય છે. આ આશરે 8 % નરોમાં જ્યારે આશરે 0.4 % માદાઓમાં જોવા મળે છે. આનું કારણ લાલ-લીલા રંગની અંધતા માટેના જનીનો X-રંગસૂત્રો ઉપર આવેલ છે. નર ફક્ત એક જ અને માદા બે X-રંગસૂત્ર ધરાવે છે. સ્ત્રી કે જે આ જનીન ધરાવે છે તેના પુત્રમાં રંગ અંધ થવાની 50 % શક્યતાઓ છે. માતા પોતે રંગ અંધ નથી કારણ કે જનીન પ્રચ્છન્ન છે. આનો અર્થ એ થાય કે



તેની અસરને તેને મળતા આવતા પ્રભાવી સામાન્ય જનીન દ્વારા દબાવી દેવામાં આવે છે. સામાન્ય સંજોગોમાં પુત્રી રંગ અંધ હોતી નથી, જ્યાં સુધી તેની માતા વાહક અને તેણીના પિતા રંગ અંધ હોય.

હિમોફિલિયા (Haemophilia) : આ લિંગ સંકલિત પ્રચ્છન્ન રોગનો વ્યાપક અભ્યાસ થઈ ચૂક્યો છે. જેમાં સામાન્ય વાહક માદાથી અમુક નર સંતતિમાં રોગનો ફેલાવો થાય છે. આ રોગ રુધિર ગંઠાવવાની ક્રિયા સંબંધિત છે જેમાં એકલ પ્રોટીન અસરગ્રસ્ત થાય છે. આ પ્રોટીન એક પ્રોટીન શૃંખલાનો અંશ માત્ર હોય છે. એના કારણે અસરગ્રસ્ત વ્યક્તિના શરીરમાં નાનો ઘા પડવાથી પણ રુધિરનું નીકળવું બંધ થતું નથી. વિષમયુગ્મી માદા (વાહક) દ્વારા આ હિમોફિલિયા રોગ પુત્રોમાં વહન પામે છે. માદાની રોગગ્રસ્ત હોવાની સંભાવના નહિવત્ હોય છે; કારણ કે, આ પ્રકારની માદાની માતા વાહક અને પિતા હિમોફિલિક હોવા જરૂરી છે (જે વધુ ઉંમર સુધી જીવિત નથી રહેતા). રાણી વિક્ટોરિયાના કુટુંબની વંશાવળી આવા અનેક હિમોફિલિક વારસો ધરાવતાં સંતાનો દર્શાવે છે; કારણ કે, રાણી આ રોગના વાહક હતા.

સિકલ-સેલ એનિમિયા (Sickle-cell anaemia) : આ એક દૈહિક રંગસૂત્રો સંલગ્ન પ્રચ્છન્ન લક્ષણ છે જે પિતૃમાંથી સંતતિમાં ત્યારે જ પ્રવેશ કરે છે જ્યારે બંને પિતૃઓ જનીનના વાહક હોય (અથવા વિષમયુગ્મી). આ રોગનું નિયંત્રણ એક જોડ જનીન Hb^A અને Hb^S કરે છે. રોગનાં લક્ષણો ત્રણ સંભવ જિનોટાઇપમાંથી માત્ર Hb^S ($Hb^S Hb^S$)વાળા સમયુગ્મી વ્યક્તિઓમાં દેખાય છે. વિષમયુગ્મી ($Hb^A Hb^S$) વ્યક્તિ રોગમુક્ત હોય છે. પરંતુ તે રોગના વાહક હોય છે. વિકૃત જનીન સંતતિમાં ઊતરવાની સંભાવના 50 % હોય છે (આકૃતિ 4.15). આ વિકારનું કારણ હિમોગ્લોબીન અણુની



આકૃતિ 4.15 : રક્તકણની બાહ્યરચના તથા હિમોગ્લોબીનની β શૃંખલાના સંગત ભાગના એમિનો એસિડનો સૂક્ષ્મ-આલેખ (micrograph) (a) સામાન્ય વ્યક્તિમાંથી (b) સિકલ-સેલ એનિમિયા ધરાવતા વ્યક્તિમાંથી



β ગ્લોબિન શૃંખલાના છઠ્ઠા ક્રમમાં આવેલ એમિનોએસિડ ગ્લુટામિક એસિડ (Glu)નું વેલાઈન (Val) દ્વારા દૂર થવાનું છે. ગ્લોબિન પ્રોટીનમાં એમિનોએસિડની આ બાદબાકી β ગ્લોબિનના છઠ્ઠા સંકેતમાં GAGના સ્થાને GUG દ્વારા દૂર થવાના કારણે થાય છે. ઓછા ઓક્સિજનની સ્થિતિમાં વિકૃત હિમોગ્લોબીન અણુમાં બહુલીકરણ થઈ જાય છે અને તાણના કારણે RBCનો દ્વિતંતુર્ગોળ આકાર બદલાઈને દાતરડાં (sickle) આકારનો થઈ જાય છે (આકૃતિ 4.15).

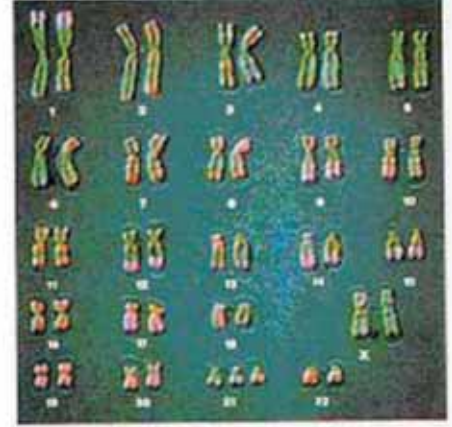
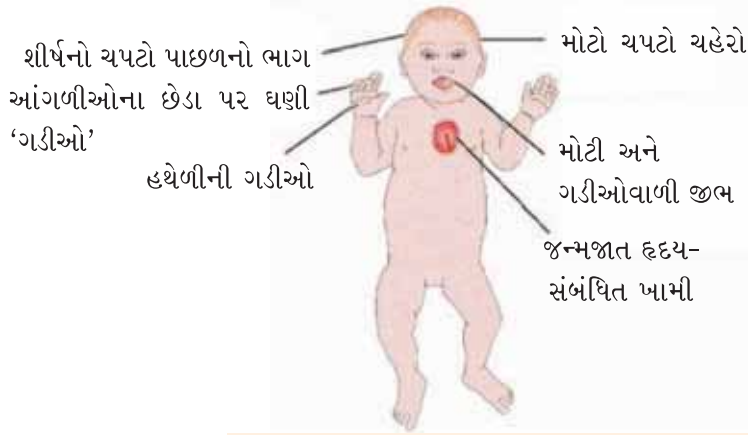
ફિનાઈલ કિટોન્યુરિયા (Phenylketonuria) : આ જન્મજાત યાપયયિક ખામી પણ દૈહિક પ્રચ્છન્ન લક્ષણોની જેમ આનુવંશિકતા દર્શાવે છે. રોગગ્રસ્ત વ્યક્તિમાં ફિનાઈલ એલેનીન નામના એમિનોએસિડને ટાયરોસીન એમિનોએસિડમાં રૂપાંતરણ કરવા માટે જરૂરી ઉત્સેચકની ઊણપ થઈ જાય છે. પરિણામ સ્વરૂપે ફિનાઈલ એલેનીન એકત્રિત થતો રહે છે અને ફિનાઈલ પાયરુવિક એસિડ તથા અન્ય વ્યુત્પનોમાં ફેરવાય છે. તેના એકત્રીકરણથી માનસિક નબળાઈ આવી જાય છે. મૂત્રપિંડ દ્વારા ઓછો શોષણ પામવાથી તે વધુપડતો મૂત્ર સ્વરૂપે ઉત્સર્જન પામે છે.

થેલેસેમિયા (Thalassemia) : આ પણ એક દૈહિક-સંલગ્ન પ્રચ્છન્ન જનીનથી થતો રુધિરરોગ છે. તે પિતૃઓમાંથી સંતતિમાં કે જ્યારે બંને પિતૃઓ બિનઅસરકારક વાહક જનીન (અથવા વિષમયુગ્મી)ને વહન કરતા હોય. આ અસર થવાનું કારણ વિકૃતિ અથવા દૂર થવું જેના આખરી પરિણામમાં હિમોગ્લોબીનના નિર્માણમાં વપરાતી ગમે તે એક ગ્લોબીનની સાંકળ (α અને β સાંકળો)ના સંશ્લેષણમાં ઘટાડો છે. આને કારણે હિમોગ્લોબીનના અસામાન્ય અણુઓ નિર્માણ પામે છે જેને પરિણામે એનિમિયા થાય છે, જે રોગનું લક્ષણ છે. હિમોગ્લોબીન અણુની કઈ સાંકળ અસરકર્તા છે તેને આધારે થેલેસેમિયાનું વર્ગીકરણ કરી શકાય છે. ‘ α ’ થેલેસેમિયામાં ‘ α ’ ગ્લોબીન સાંકળનું ઉત્પાદન અસરકર્તા છે. જ્યારે ‘ β ’ થેલેસેમિયામાં ‘ β ’ ગ્લોબીન સાંકળનું ઉત્પાદન અસરકર્તા છે. ‘ α ’ થેલેસેમિયા એ બે નજીકથી જોડાયેલા સંલગ્ન જનીનો HBA1 અને HBA2 કે જે દરેક પિતૃના 16મા રંગસૂત્ર ઉપર આવેલ છે તેના દ્વારા નિયંત્રિત હોય છે અને તે એક કે ચાર જનીનમાંથી વધુ જનીનોમાં વિકૃતિ અથવા દૂર કરવાના કારણે જોવા મળે છે. જેમ વધુ જનીનો અસરકર્તા તેમ α (આલ્ફા) ગ્લોબીન અણુઓનું ઉત્પાદન ઓછું. જ્યારે ‘ β ’ થેલેસેમિયા એકલ જનીન HBB કે જે દરેક પિતૃના 11મા રંગસૂત્ર ઉપર આવેલ છે તેના દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે અને તે એક અથવા બંને જનીનમાં વિકૃતિ અથવા દૂર કરવાના કારણે જોવા મળે છે. થેલેસેમિયા, સિકલ-સેલ એનિમિયાથી અલગ છે જેમાં અગાઉનામાં ગ્લોબીનના અણુના સંશ્લેષણની માત્રાત્મક (quantitatively) સમસ્યા છે, જ્યારે બાદમાં ખોટી રીતે કાર્ય કરતા ગ્લોબીનના સંશ્લેષણની ગુણાત્મક (qualitatively) સમસ્યા છે.

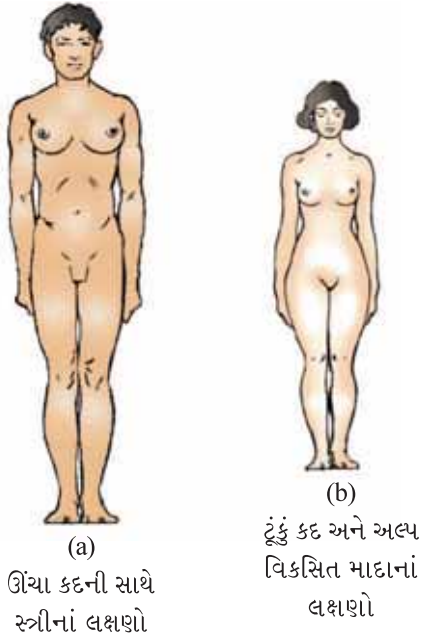
4.8.3 રંગસૂત્રીય અનિયમિતતાઓ (Chromosomal disorders)

એક અથવા વધારે રંગસૂત્રોની ગેરહાજરી અથવા એક અથવા વધારે રંગસૂત્રોની અસામાન્ય ગોઠવણીથી રંગસૂત્રીય અનિયમિતતાઓ થાય છે.

કોષ-વિભાજનના સમયે રંગસૂત્રિકાઓનું વિશ્લેષણ ન થવાના કારણે રંગસૂત્રોનો વધારો કે ઘટાડો થઈ જાય છે જેને **એન્યુપ્લોઈડી (aneuploidy)** કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે 21મી જોડના રંગસૂત્રોમાં વધારાના એક રંગસૂત્રના કારણે ડાઉન સિન્ડ્રોમ્સ થાય છે. તેવી જ રીતે એક X-રંગસૂત્ર ગુમાવવાના કારણે સ્ત્રીઓમાં ટર્નર્સ સિન્ડ્રોમ થાય છે. કોષ-વિભાજનની અંત્યાવસ્થા પછી કોષરસ વિભાજન (cytokinesis) ન થવાના કારણે સજીવોમાં રંગસૂત્રોનું આખું જૂથ વધી જાય છે જેને **પોલીપ્લોઈડી (polyploidy)** કહે છે. આ અવસ્થા વનસ્પતિઓમાં મુખ્યત્વે જોવા મળે છે.



આકૃતિ 4.16 : આપેલ આકૃતિ જેમાં વ્યક્તિ ડાઉન્સ સિન્ડ્રોમથી અસરગ્રસ્ત છે અને તે વ્યક્તિનાં અનુરૂપ રંગસૂત્રો દર્શાવવામાં આવેલ છે



આકૃતિ 4.17 : મનુષ્યમાં લિંગી રંગસૂત્રોના બંધારણને કારણે ઉત્પન્ન થતા આનુવંશિક વિકારોનું રેખાંકિત નિરૂપણ (a) ક્લાઈનફેલ્ટર સિન્ડ્રોમ (b) ટર્નર સિન્ડ્રોમ

મનુષ્યમાં કુલ રંગસૂત્રોની સંખ્યા 46 (23 જોડ) છે. તેમાંથી 22 જોડ દૈહિક રંગસૂત્ર હોય છે અને એક જોડ લિંગી રંગસૂત્ર હોય છે. ક્યારેક-ક્યારેક વ્યક્તિમાં રંગસૂત્રની એક વધારાની જોડ ઉમેરાઈ જાય છે અથવા ક્યારેક રંગસૂત્રની એક જોડની ઘટ પડે છે. આ સ્થિતિઓને ક્રમશઃ રંગસૂત્રની ટ્રાયસોમી (trisomy) અથવા મોનોસોમી (monosomy) કહેવામાં આવે છે. આવી સ્થિતિની અસરથી વ્યક્તિમાં ગંભીર રોગ થઈ જાય છે. રંગસૂત્રીય અનિયમિતતાના સામાન્ય ઉદાહરણ ડાઉન્સ સિન્ડ્રોમ, ટર્નર સિન્ડ્રોમ, ક્લાઈન ફેલ્ટર સિન્ડ્રોમ વગેરે છે.

ડાઉન્સ સિન્ડ્રોમ (Down's Syndrome) : આ આનુવંશિક અનિયમિતતા થવાનું કારણ 21મા રંગસૂત્રમાં (ટ્રાયસોમી 21) એક વધારાનું રંગસૂત્ર ઉમેરાવાનું છે. આ ખામીનું સૌપ્રથમ વર્ણન 1866માં લેન્ગડન ડાઉન (Langdon Down) વૈજ્ઞાનિક દ્વારા કરવામાં આવ્યું હતું. અસરગ્રસ્ત વ્યક્તિ ટૂંકું કદ અને ગોળ માથું ધરાવે છે. ખાંચાયુક્ત તિરાડવાળી જીભ હોય છે અને મુખ આંશિક ખૂલે છે (આકૃતિ 4.16). હથેળી પહોળી અને લાક્ષણિક ગડીઓવાળી હોય છે. શારીરિક, માનસિક મંદતા (psychomotor) અને માનસિક વિકાસ રુંધાયેલો હોય છે.

ક્લાઈન ફેલ્ટર સિન્ડ્રોમ (Klinefelter's Syndrome) : આ આનુવંશિક વિકારનું કારણ એક વધારાનું X-રંગસૂત્ર છે. જેના કારણે કેર્યોટાઈપમાં 47, XXY રંગસૂત્રો થઈ જાય છે. આવી વ્યક્તિ સંપૂર્ણ રીતે પુરુષ હોય છે પરંતુ માદાનાં લક્ષણો (સ્તનનો વિકાસ, એટલે કે અલ્પવિકસિત સ્તન-gynaecomastia) પણ અભિવ્યક્ત થાય છે (આકૃતિ 4.17 a). આવી વ્યક્તિ વંધ્ય હોય છે.

ટર્નર સિન્ડ્રોમ (Turner's Syndrome) : આ પ્રકારના વિકારનું કારણ એક X-રંગસૂત્રની ગેરહાજરી છે. એટલે કે 45 રંગસૂત્રો જેમાં XO સ્થિતિ. આવી સ્ત્રી વંધ્ય હોય છે. કેમકે અંડપિંડ અલ્પવિકસિત હોય છે ઉપરાંત અન્ય લક્ષણો જેવા કે દ્વિતીય ગૌણ જાતીય લક્ષણોનો અભાવ હોય છે (આકૃતિ 4.17 b).



સારાંશ

જનીનવિદ્યા જીવવિજ્ઞાનની એ શાખા છે જે આનુવંશિક વ્યવહાર અને સિદ્ધાંતોનો અભ્યાસ કરે છે. એ તથ્ય છે કે સંતતિ પોતાના પિતૃઓ સાથે બાહ્યાકાર અને દૈહિક લક્ષણોમાં મળતી આવે છે જેણે અનેક જીવવિજ્ઞાનીઓનું ધ્યાન આકર્ષિત કર્યું હતું. આ ઘટનાને વ્યવસ્થિત અભ્યાસ કરવાવાળો સૌપ્રથમ વૈજ્ઞાનિક મેન્ડલ હતો. વટાણાના છોડમાં વિરોધાભાસી લક્ષણોની આનુવંશિકતાના અનુકરણીય નમૂનાઓનો અભ્યાસ કરતા મેન્ડલે સિદ્ધાંતોને પ્રસ્થાપિત કર્યા જે આજે ‘મેન્ડલના આનુવંશિકતાના નિયમો’થી ઓળખાય છે. તેઓએ સૂચિત કર્યું કે લક્ષણનું નિયમન કરતા કારક (પછીથી જનીન નામ અપાયું) જોડમાં જોવા મળે છે જેને એલેલ કહેવામાં આવ્યા. તેઓએ જોયું કે સંતતિમાં લક્ષણોની અભિવ્યક્તિ પ્રથમ પેઢી (F_1), દ્વિતીય પેઢી (F_2) તથા આગળની પેઢીઓમાં એક નિશ્ચિત પ્રકારે થાય છે. કેટલાંક લક્ષણ અન્ય ઉપર પ્રભાવી હોય છે. પ્રભાવી લક્ષણોની અભિવ્યક્તિ ત્યારે જ થાય છે જ્યારે કારક વિષમયુગ્મી સ્થિતિમાં આવેલા હોય (પ્રભુતાનો નિયમ). જ્યારે પ્રચ્છન્ન લક્ષણોની અભિવ્યક્તિ માત્ર સમયુગ્મી સ્થિતિમાં જ થાય છે. લક્ષણો ક્યારેય વિષમયુગ્મી સ્થિતિમાં મિશ્રિત થતાં નથી. પ્રચ્છન્ન લક્ષણ કે જે વિષમયુગ્મી સ્થિતિમાં અભિવ્યક્તિ નથી દર્શાવતું તે સમયુગ્મી સ્થિતિમાં અભિવ્યક્ત થાય છે. આથી, જન્યુઓના સર્જન વખતે લક્ષણો વિશ્લેષણ પામે છે (વિશ્લેષણનો નિયમ).

બધાં જ લક્ષણો વાસ્તવિક રીતે પ્રભુતા દર્શાવતા નથી. કેટલાંક લક્ષણો અપૂર્ણ પ્રભુતા તથા કેટલાક સહ-પ્રભુતા પણ દર્શાવે છે. જ્યારે મેન્ડલે બે જોડ લક્ષણોની આનુવંશિકતાનો અભ્યાસ કર્યો ત્યારે જોવા મળ્યું કે કારક મુક્ત રીતે વહેંચણી પામે છે અને આ બધાં જ કમચયો અને સંયોજનોથી રજૂ થાય છે (મુક્ત વહેંચણીનો નિયમ). વિવિધ પ્રકારના જન્યુઓના વિકલ્પો સૈદ્ધાંતિક રીતે પુનેટ સ્કવેરમાં દર્શાવવામાં આવે છે. રંગસૂત્રો પર સ્થિત કારક (અત્યારે જનીન) જે લક્ષણોનું નિયમન કરે છે તેને જનીન પ્રકાર કહે છે અને દૈહિક (શારીરિક) સ્વરૂપથી અભિવ્યક્ત લક્ષણોને સ્વરૂપ પ્રકાર કહેવામાં આવે છે.

જ્યારે એ જાણકારી પ્રાપ્ત થઈ કે જનીન રંગસૂત્રોમાં સ્થિત હોય છે ત્યારે મેન્ડલના નિયમો અને અર્ધીકરણ દરમિયાન થવાવાળાં રંગસૂત્રોના વિશ્લેષણ (segregation) અને વહેંચણી (assortment) વચ્ચે સહસંબંધ સ્થાપિત થઈ શક્યો. મેન્ડલનો નિયમ પસાર થતા તે આનુવંશિકતાનો રંગસૂત્રીય વાદ તરીકે ઓળખાવા લાગ્યો. પછી ખ્યાલ આવ્યો કે જો જનીન એક જ રંગસૂત્ર પર આવેલા હોય તો મેન્ડલનો મુક્ત વિશ્લેષણનો નિયમ સાચો પડતો નથી. આવા જનીનને સહલગ્ન જનીન કહેવામાં આવ્યા. અત્યંત નજીક આવેલા જનીનોની એક સાથે વહેંચણી (assort) થાય છે અને દૂર આવેલા જનીનો પુનઃ સંયોજનના કારણે સ્વતંત્ર રીતે વહેંચાય છે. જનીન નકશા, વાસ્તવમાં એક જ રંગસૂત્ર પર સ્થિત જનીનોની ગોઠવણીનો સંબંધ દર્શાવે છે.

અનેક જનીનો લિંગ સાથે સંકળાયેલા હોય છે જેને લિંગ સંકલિત જનીનો કહે છે. બંને જાતિ (નર અને માદા)માં રંગસૂત્રોનું એક જૂથ એકસમાન હોય છે. જ્યારે બીજું જૂથ ભિન્ન હોય છે. જે બંને જાતિમાં ભિન્ન હોય છે તેને લિંગી રંગસૂત્રો કહેવાય છે જ્યારે બાકીના બીજા રંગસૂત્ર જૂથને દૈહિક રંગસૂત્રો કહેવામાં આવે છે. સામાન્ય માદામાં 22 જોડ દૈહિક રંગસૂત્રો સાથે એક જોડ લિંગી રંગસૂત્ર (XX) હોય છે. જ્યારે નરમાં દૈહિક રંગસૂત્રોની 22 જોડ અને એક જોડ લિંગી રંગસૂત્ર XY હોય છે. મરઘીમાં નરમાં લિંગી રંગસૂત્ર ZZ તથા માદામાં ZW હોય છે.

જનીનદ્રવ્યમાં થતા ફેરફારને વિકૃતિ કહે છે. DNAની માત્ર એક જોડ બેઈઝમાં થતા ફેરફારને પોઈન્ટ મ્યુટેશન કહે છે. સિકલ-સેલ એનિમિયા રોગ હિમોગ્લોબીનની β -શૃંખલાનું સાંકેતન કરવાવાળા જનીનના એક બેઈઝમાં ફેરફાર થવાથી થાય છે. આનુવંશિક વિકૃતિના અભ્યાસ વંશાવળી





પૃથક્કરણ બનાવીને કરી શકાય છે. કેટલીક વિકૃતિ સમગ્ર રંગસૂત્રના જૂથને બદલી નાંખે છે (polyploidy) અથવા રંગસૂત્રોના ઉપજૂથમાં બદલાવ પ્રેરે છે (aneuploidy). આનુવંશિક વિકૃતિઓના ઉત્પરિવર્તની આધારને સમજવામાં સહાયતા મળે છે. ડાઉન્સ સિન્ડ્રોમ થવાનું કારણ 21મા રંગસૂત્રની ટ્રાયસોમી છે. એટલે કે એક વધારાનું રંગસૂત્ર 21મા સ્થાને જોવા મળે છે આથી રંગસૂત્રોની સંખ્યા 47 થાય છે. ટર્નર્સ સિન્ડ્રોમમાં એક X-રંગસૂત્રનો અભાવ હોય છે. આથી લિંગી રંગસૂત્ર XO થઈ જાય છે. ક્લાઈનફેલ્ટર્સ સિન્ડ્રોમમાં XXY અવસ્થા નિર્દેશિત થાય છે. આ કેર્યોટાઈપના અભ્યાસ પરથી સરળતાથી સમજી શકાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. મેન્ડલ દ્વારા વટાણાના છોડને પ્રયોગ માટે પસંદગી કરવા માટેના લાભો જણાવો.
2. નીચેનામાં ભેદ સ્પષ્ટ કરો :
 - (a) પ્રભાવી અને પ્રચ્છન્ન
 - (b) સમયુગ્મી અને વિષમયુગ્મી
 - (c) એકસંકરણ અને દ્વિસંકરણ
3. કોઈ દ્વિકીય સજીવ 4 સ્થાનો માટે વિષમયુગ્મી છે, તો કેટલા પ્રકારના જન્યુઓ ઉત્પન્ન કરી શકશે ?
4. એકસંકરણનો ઉપયોગ કરીને પ્રભુતાનો નિયમ સમજાવો.
5. કસોટી સંકરણની વ્યાખ્યા અને રૂપરેખા આપો.
6. એક જ જનીન સ્થાનવાળી સમયુગ્મી માદા અને વિષમયુગ્મી નરના સંકરણથી પ્રાપ્ત પ્રથમ સંતતિ પેઢીના સ્વરૂપ પ્રકાર વિતરણને પુનેટ સ્કવેર બનાવીને નિર્દેશિત કરો.
7. ઊંચા છોડ પીળા બીજવાળા (TtYy)નું સંકરણ ઊંચા છોડ લીલા બીજવાળા (Tt yy) સાથે કરવાથી નીચેનામાંથી કેવા પ્રકારનો સ્વરૂપ પ્રકાર ધરાવતી સંતતિની અપેક્ષા રાખી શકાય :
 - (a) ઊંચા અને લીલા
 - (b) નીચા અને લીલા
8. બે વિષમયુગ્મી પિતૃનું પરફલન કરવામાં આવ્યું. જો તેમાં બે સ્થળો સહલગ્ન છે, તો દ્વિસંકરણ પરફલનમાં F_2 પેઢીના સ્વરૂપ પ્રકારનાં લક્ષણોનું વિતરણ કયું હશે ?
9. જનીનવિદ્યામાં ટી.એચ. મોર્ગનના યોગદાનને સંક્ષિપ્તમાં વર્ણવો.
10. વંશાવળી પૃથક્કરણ શું છે ? આ પૃથક્કરણ કેવી રીતે ઉપયોગી છે. ટિપ્પણી કરો.
11. મનુષ્યમાં લિંગ-નિશ્ચયન કેવી રીતે થાય છે ?
12. શિશુનું રુધિરજૂથ O છે. પિતાનું રુધિરજૂથ A અને માતાનું રુધિરજૂથ B છે. પિતૃઓના જનીન પ્રકારની તપાસ કરો અને અન્ય સંતતિમાં સંભવિત જનીન પ્રકારની જાણકારી પ્રાપ્ત કરો.
13. નીચેના શબ્દોને ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :
 - (a) સહ-પ્રભાવિતા
 - (b) અપૂર્ણ પ્રભુતા
14. પોઈન્ટ મ્યુટેશન શું છે ? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.
15. આનુવંશિકતાનો રંગસૂત્રીય વાદ કોણે પ્રસ્થાપિત કર્યો ?
16. કોઈ પણ બે ટ્રેલિક જનીનિક અનિયમિતતાનો તેનાં લક્ષણો સહિત ઉલ્લેખ કરો.



પ્રકરણ 5

આનુવંશિકતાનો આણ્વિક આધાર (Molecular Basis of Inheritance)

- 5.1 DNA
- 5.2 જનીનદ્રવ્ય માટેની શોધ
- 5.3 RNA વિશ્વ
- 5.4 સ્વયંજનન
- 5.5 પ્રત્યાંકન/અનુલેખન
- 5.6 જનીન સંકેત
- 5.7 ભાષાંતર
- 5.8 જનીન અભિવ્યક્તિનું નિયમન
- 5.9 હુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટ
- 5.10 DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ

અગાઉના પ્રકરણમાં તમે આનુવંશિક ભાતના જનીનિક આધાર વિશે અભ્યાસ કર્યો. મેન્ડલ(Mendel)ના સમયમાં કારકો કે જે આનુવંશિક ભાતનું નિયંત્રણ કરે છે તેના વિશે કોઈ સ્પષ્ટતા ન હતી. સો વર્ષો પછી અનુમાનિત જનીનદ્રવ્ય(આનુવંશિક દ્રવ્ય)નો ખ્યાલ આવ્યો કે મોટા ભાગના સજીવોમાં આ આનુવંશિક દ્રવ્ય DNA-ડિઓક્સિરિબોન્યુક્લિઇક એસિડ છે. ધોરણ XIમાં તમે અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો કે, ન્યુક્લિઇક એસિડ ન્યુક્લિઓટાઇડનો પોલિમર છે.

જૈવિક તંત્રોમાં બે પ્રકારના ન્યુક્લિઇક એસિડ જોવા મળે છે. જેમ કે ડિઓક્સિરિબોન્યુક્લિઇક એસિડ (DNA) અને રિબોન્યુક્લિઇક એસિડ (RNA). મોટા ભાગના સજીવોમાં DNA આનુવંશિક દ્રવ્ય તરીકે વર્તે છે. કેટલાક વાઈરસમાં આનુવંશિક દ્રવ્ય સ્વરૂપે RNA જોવા મળે છે, છતાં તે મોટે ભાગે સંદેશાવાહક તરીકે કાર્ય કરે છે. RNAનાં અન્ય કાર્યો પણ હોય છે. તે અનુકૂલકારક, સંરચનાત્મક અને કેટલીક સ્થિતિમાં ઉત્પ્રેરક અણુ તરીકે પણ કાર્ય કરે છે. તમે ધોરણ XIમાં ન્યુક્લિઓટાઇડ્સની સંરચના તથા આ મોનોમર એકમો જોડાઈને ન્યુક્લિઇક એસિડના પોલિમર બનવાની રીતનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો. આ પ્રકરણમાં આપણે DNAની સંરચના, તેનું સ્વયંજનન, DNAમાંથી RNAનું નિર્માણ (પ્રત્યાંકન), જનીન સંકેત કે જે પ્રોટીનમાં એમિનોએસિડના ક્રમને નક્કી કરે છે તે તથા પ્રોટીન સંશ્લેષણ (ભાષાંતરણ) અને તેના નિયંત્રણના પ્રાથમિક આધાર વિશે ચર્ચા કરશું. છેલ્લા દસકામાં માનવ જનીન સંકુલ (human genome)માં ન્યુક્લિઓટાઇડ્સના પૂર્ણ ક્રમના નિર્ધારણથી જિનોમિક્સના નવા યુગની શરૂઆત થઈ. આ પ્રકરણના અંતિમ ભાગમાં હુમન જીનોમ અનુક્રમની આવશ્યકતા તથા તેનાં પરિણામો (consequences) વિશે વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે.



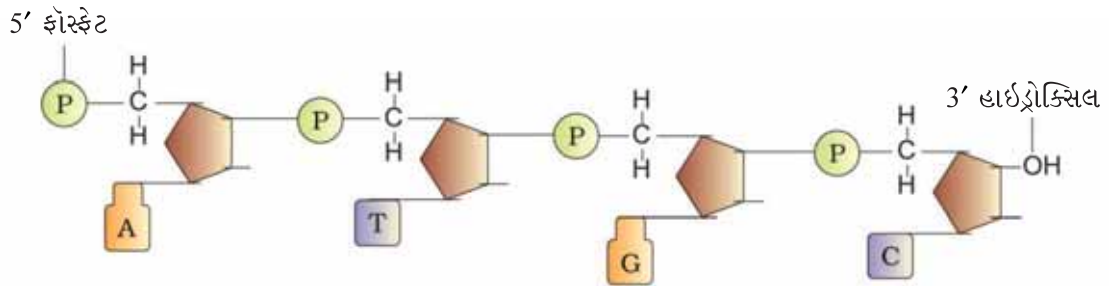
ચાલો, આપણે સૌથી પહેલાં ચર્ચાની શરૂઆત જૈવિક તંત્રોમાં જોવા મળતા સર્વાધિક રસપ્રદ અણુ DNAની સંરચનાના અભ્યાસથી કરીએ. આગળના ભાગમાં આપણે એ સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે, શા માટે એ (DNA) વિપુલ પ્રમાણમાં જોવા મળતું જનીનિક દ્રવ્ય છે અને તેનો RNA સાથે શું સંબંધ છે ?

5.1 DNA

DNA એ ડિઓક્સિરિબોન્યુક્લિઓટાઇડ્સનો લાંબો પોલિમર છે. DNAની લંબાઈ તેમાં જોવા મળતાં ન્યુક્લિઓટાઇડ્સ (અથવા ન્યુક્લિઓટાઇડ્સની જોડને સંબંધિત બેઇઝ જોડ તરીકે પણ ઉલ્લેખાય છે)ની સંખ્યા મુજબ વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે. જે સજીવની લાક્ષણિકતા પણ છે. ઉદાહરણ તરીકે $\phi \times 174$ તરીકે ઓળખાતા બેક્ટેરિયોફેઇઝ 5386 ન્યુક્લિઓટાઇડ્સ ધરાવે છે, બેક્ટેરિયોફેઇઝ લેમ્બા 48,502 બેઇઝ જોડ (bp), ઈશ્વેરેશિયા કોલાઈ (*Escherichia Coli*) 4.6×10^6 bp તેમજ મનુષ્ય તેના એકકીય DNAમાં 3.3×10^9 bp ધરાવે છે. ચાલો, આપણે આ લાંબા પોલિમરની સંરચનાની ચર્ચા કરીએ.

5.1.1 પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાની સંરચના (Structure of Polynucleotide Chain)

ચાલો, આપણે પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલા (DNA અથવા RNA)ની રાસાયણિક સંરચનાને સંક્ષિપ્તમાં યાદ કરીએ. ન્યુક્લિઓટાઇડ ત્રણ ઘટકો ધરાવે છે : નાઇટ્રોજન બેઇઝ, પેન્ટોઝ શર્કરા (RNAમાં રિબોઝ અને DNAમાં ડિઓક્સિરિબોઝ) અને ફોસ્ફેટ જૂથ. નાઇટ્રોજન બેઇઝ બે પ્રકારના હોય છે - પ્યુરિન (એડેનીન અને ગ્વાનીન) તેમજ પિરિમિડિન (સાઇટોસિન, યુરેસીલ અને થાયમીન). સાયટોસિન DNA તેમજ RNA બંનેમાં જોવા મળે છે અને થાયમીન DNAમાં જોવા મળે છે. જ્યારે RNAમાં થાયમીનના સ્થાને યુરેસીલ જોવા મળે છે. નાઇટ્રોજન બેઇઝ પેન્ટોઝ શર્કરાના પ્રથમ (1°) C (કાર્બન)ના -OH સમૂહ સાથે N-ગ્લાયકોસિડિક બંધ દ્વારા જોડાઈને ન્યુક્લિઓસાઇડ બનાવે છે, જેમકે એડિનોસાઇન અથવા ડિઓક્સિએડિનોસાઇન, ગ્વાનોસાઇન અથવા ડિઓક્સિગ્વાનોસાઇન, સાઇટિડિન અથવા ડિઓક્સિસાઇટિડિન અને યુરીડિન અથવા ડિઓક્સિથાયમીડિન. જ્યારે ફોસ્ફેટ સમૂહ ફોસ્ફોએસ્ટર બંધ દ્વારા ન્યુક્લિઓસાઇડના પાંચમા ($5'$) Cના -OH સમૂહ સાથે જોડાય છે ત્યારે સંબંધિત ન્યુક્લિઓટાઇડ્સ (ડિઓક્સિન્યુક્લિઓટાઇડ્સ જેનો આધાર હાજર શર્કરાના પ્રકાર પર રહેલો છે)નું નિર્માણ થાય છે. બે ન્યુક્લિઓટાઇડ્સ $3'-5'$ ફોસ્ફોડાયએસ્ટર બંધ દ્વારા જોડાઈને ડાયન્યુક્લિઓટાઇડનું નિર્માણ કરે છે. આ રીતે અસંખ્ય ન્યુક્લિઓટાઇડ્સ જોડાઈને પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાનું નિર્માણ કરે છે. આ પ્રકારે નિર્મિત પોલિમરની શર્કરાના $5'$ છેડા પર મુક્ત ફોસ્ફેટ સમૂહ હોય છે, જેને પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાનો $5'$ છેડો કહે છે. આ જ રીતે પોલિમરના બીજા છેડા પર શર્કરાના ત્રીજા ($3'$) Cનો મુક્ત સમૂહ જે -OH સમૂહ ધરાવે છે, જેને પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાનો $3'$ છેડો કહે છે. પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાના આધાર (backbone)નું નિર્માણ શર્કરા



આકૃતિ 5.1 : પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલા



અને ફોસ્ફેટ દ્વારા થાય છે. નાઇટ્રોજન બેઇઝ શર્કરાના છેડા સાથે જોડાયેલ હોય છે, જે આધારથી ઊપસી આવે છે (આકૃતિ 5.1).

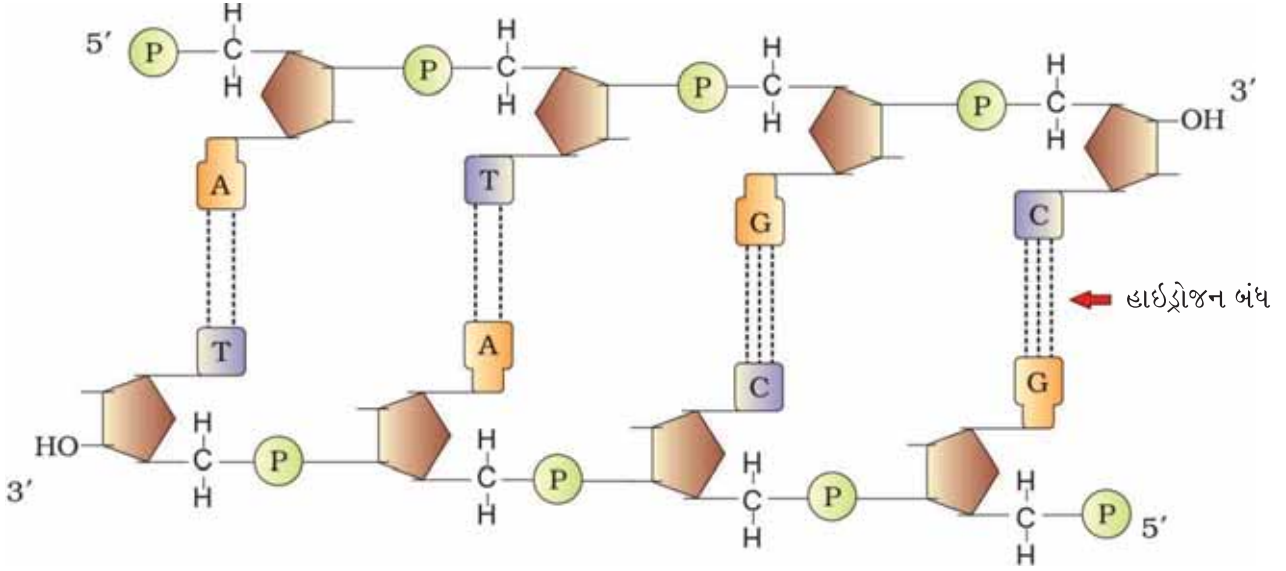
RNAમાં પ્રત્યેક અવશેષિત ન્યુક્લિઓટાઇડ, રિબોઝના 2' સ્થાન પર એક વધારાનું -OH જૂથ ધરાવે છે. RNAમાં થાયમીન (5-મિથાઇલ યુરેસીલ એ થાયમીનનું બીજું રાસાયણિક નામ)ની જગ્યાએ યુરેસીલ જોવા મળે છે.

સૌપ્રથમ કેડરિક મિશરે (Friedrich Mischer) 1869માં કોષકેન્દ્રમાં જોવા મળતાં એસિડિક પદાર્થ તરીકે DNAની ઓળખ કરી. તેઓએ તેનું નામ 'ન્યુક્લેઇન' (Nuclein) આપ્યું. જોકે આવા લાંબા પોલિમરનું તકનિકી મર્યાદાઓના કારણે અલગીકરણ કરવું મુશ્કેલ હતું એટલા માટે ખૂબ લાંબા સમય સુધી DNAની સંરચના વિશે સ્પષ્ટ જાણકારી પ્રાપ્ત થઈ શકી નહિ. મૌરિસ વિલ્કિન્સ અને રોઝલિંડ ફ્રેન્કલિન દ્વારા આપવામાં આવેલ x-ray વિવર્તનની માહિતીને આધારે 1953માં જેમ્સ વોટ્સન અને ફ્રાન્સિસ ક્રિકે DNAની સંરચનાનું સરળ પરંતુ પ્રખ્યાત (જાણીતું) **બેવડી કુંતલમય (double helix) રચના** ધરાવતું મોડલ રજૂ કર્યું. તેઓની સમજૂતીમાં બંને પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાઓની વચ્ચે રચાતી બેઇઝ જોડ મુખ્ય બાબત હતી. ઉપર્યુક્ત બેવડા કુંતલમય DNAની સમજૂતી ઈર્વિન ચારગાફ (Erwin Chargaff)નાં અવલોકનોનો આધાર પણ હતો જેમાં તેઓએ જણાવ્યું કે **એડેનીન અને થાયમીન તથા ગ્વાનીન અને સાયટોસિનની વચ્ચેનું પ્રમાણ અચળ અને એકબીજાને સમાન રહે છે.**

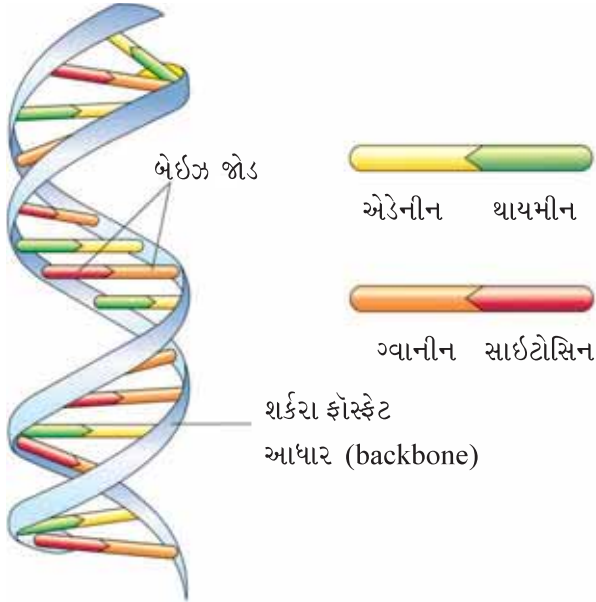
બેઇઝ-જોડાણ પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાઓને એક અજોડ લાક્ષણિકતા બક્ષે છે. આ બંનેને એકબીજાની પૂરક કહેવાય છે એટલા માટે એક શૃંખલામાં રહેલા બેઇઝક્રમ વિશેની જાણકારી જો હોય તો બીજી શૃંખલામાં રહેલ બેઇઝ ક્રમનું અનુમાન કરી શકીએ છીએ. વળી જો DNA (ચાલો તેને પિતૃ DNA કહીએ)ની પ્રત્યેક શૃંખલા નવી શૃંખલાના સંશ્લેષણ માટે પ્રતિકૃતિ (template)નું કાર્ય કરે તો આ રીતે બેવડી કુંતલમય DNA (જેને બાળ DNA કહે છે)નું નિર્માણ થાય છે કે જે પિતૃ DNA જેવું જ આબેહૂબ હોય છે. આ કારણથી DNAની સંરચનાનો જનીનિક સૂચિતાર્થ ઘણો સ્પષ્ટ થયો.

DNAની બેવડી કુંતલમય રચનાની મુખ્ય ખાસિયતો નીચે મુજબ છે :

- તે બે પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાઓનું બનેલું હોય છે, જેનો આધાર શર્કરા-ફોસ્ફેટનો બનેલ હોય છે અને નાઇટ્રોજન બેઇઝ અંદરની તરફ ઊપસી આવેલ (પ્રક્ષેપિત થયેલ) હોય છે.
- બંને શૃંખલાઓ પ્રતિ સમાંતર ધ્રુવતા ધરાવે છે. એટલે કે એક શૃંખલાની ધ્રુવતા 5'થી 3' તરફ હોય તો બીજી શૃંખલાની ધ્રુવતા 3'થી 5' તરફ હોય છે.
- બંને શૃંખલાના બેઇઝ એકબીજા સાથે હાઇડ્રોજન-બંધ (H-બંધ) દ્વારા જોડાઈને બેઇઝ જોડ (bp-base pair) બનાવે છે. વિરુદ્ધ શૃંખલાઓના એડેનીન અને થાયમીન એકબીજા સાથે બે હાઇડ્રોજન બંધથી જોડાય છે. એવી જ રીતે ગ્વાનીન અને સાઇટોસિન ત્રણ H-બંધ વડે જોડાયેલા રહે છે. જેના ફળસ્વરૂપે પ્યુરિનની સામે હંમેશાં પિરિમિડિન આવે છે. તેનાથી કુંતલની બંને શૃંખલાઓ વચ્ચે લગભગ સમાન અંતર જળવાઈ રહે છે (આકૃતિ 5.2).
- બંને શૃંખલાઓ જમણેરી કુંતલ (right-handed fashion) પામેલ હોય છે. કુંતલનો ગર્ત (pitch) 3.4 nm (એક નેનોમીટર એક મીટરનો 10 કરોડમો ભાગ એટલે કે 10^{-9} મીટર જેટલો) હોય છે અને તેના પ્રત્યેક વળાંકમાં 10 bp જોવા મળે છે. પરિણામ સ્વરૂપે એક કુંતલમાં બે કમિક જોડ વચ્ચેનું અંતર લગભગ 0.34 nm જેટલું હોય છે.



આકૃતિ 5.2 : બેવડી કુંતલમય પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલા



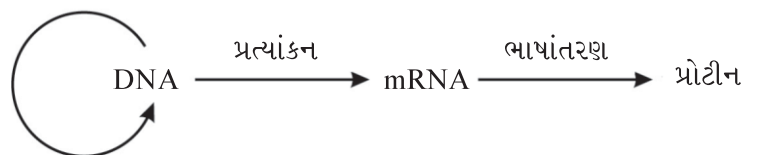
આકૃતિ 5.3 : DNAની બેવડી કુંતલાકાર રચના

(v) બેવડા કુંતલમાં એક બેઇઝ જોડ ઉપર બીજી સ્થિત હોય છે. વધુમાં હાઇડ્રોજન બંધ પણ કુંતલમય રચનાને સ્થાયીત્વ પ્રદાન કરે છે (આકૃતિ 5.3).

પ્યુરિન અને પિરિમિડિનની સંરચનાત્મક તુલના કરતાં, શું તમે જણાવી શકો છો કે DNAમાં બે પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલા વચ્ચેનું અંતર લગભગ સમાન કેમ રહે છે ?

DNAની બેવડી કુંતલમય સંરચનાની સમજૂતી અને તેનો જનીનિક સુચિતાર્થ સમજાવવાની સરળતા ક્રાંતિકારક બની છે. તરત જ ફ્રાન્સિસ ક્રિકે મધ્યસ્થ (પ્રસ્થાપિત) પ્રણાલી (central dogma)નો વિચાર પ્રસ્તુત કર્યો જેનાથી સ્પષ્ટ થાય છે કે, આનુવંશિક માહિતીનો પ્રવાહ DNA → RNA → પ્રોટીન તરફ હોય છે.

સ્વયંજનન



મધ્યસ્થ (પ્રસ્થાપિત) પ્રણાલી (central dogma)



કેટલાક વાઈરસમાં ઉપર્યુક્ત પ્રવાહ વિપરીત દિશામાં પણ હોય છે. શું તમે આ પ્રક્રમ માટે એક સાધારણ નામની સલાહ આપી શકો છો ?

5.1.2 DNA કુંતલનું પેકેજિંગ (Packaging of DNA Helix)

બે કમિક બેઈઝ જોડની વચ્ચે અંતર 0.34 nm ($0.34 \times 10^{-9} \text{ m}$) લઈએ અને જો સામાન્ય લાક્ષણિક સસ્તન કોષના બેવી કુંતલમય રચના ધરાવતા DNAની લંબાઈ ગણીએ (કુલ બેઈઝ જોડીની સંખ્યાને બે પાસપાસે આવેલ જોડના અંતરનો ગુણાકાર કરીને એટલે કે $6.6 \times 10^9 \text{ bp} \times 0.34 \times 10^{-9} \text{ m/bp}$) તો તે લગભગ 2.2 m આવે. આ લંબાઈ એક લાક્ષણિક કોષકેન્દ્રની લંબાઈ (આશરે 10^{-6} m) કરતાં ખૂબ જ વધુ કહેવાય. આપણને પ્રશ્ન થાય કે કેવી રીતે આટલો લાંબો પોલિમર (DNA) કોષમાં સમાવિષ્ટ થયો હશે ?

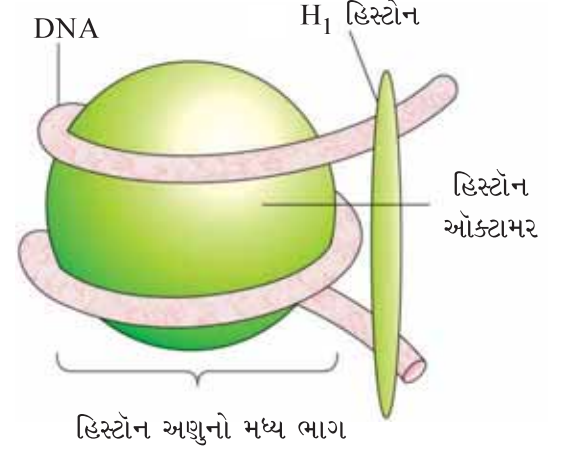
જો *E. coli* DNAની લંબાઈ 1.36 mm હોય, તો તમે *E. coli* માં આવેલ બેઈઝ જોડને ગણી શકશો ?

આદિકોષકેન્દ્રી જેવા કે ઈ. કોલાઈ (*E. coli*)માં સુવિકસિત કોષકેન્દ્રનો અભાવ હોય છે, તેમ છતાં પણ DNA તેના કોષમાં પૂર્ણરૂપે ફેલાયેલું હોતું નથી. DNA (ઋણ વીજભારિત) કેટલાક પ્રોટીન્સ (ધનવીજભારિત) સાથે જોડાઈને એક જગ્યા પર સ્થાપિત થાય છે જેને ‘ન્યુક્લિઓઈડ’ (nucleoid) કહે છે. ન્યુક્લિઓઈડમાં DNA મોટી કડી (loop) સ્વરૂપે આયોજિત હોય છે અને કડીઓ પ્રોટીન વડે જોડાયેલી હોય છે.

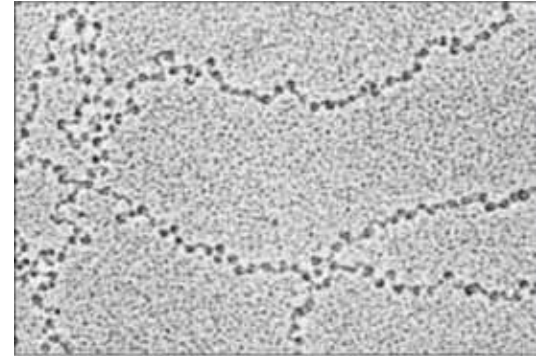
સુકોષકેન્દ્રી સજીવોમાં આ આયોજન એ ખૂબ જ જટિલ હોય છે. તેમાં ધનવીજભારિત પ્રોટીન સમૂહ આવેલા હોય છે જેને હિસ્ટોન કહે છે. વીજભારિત પાર્શ્વશૃંખલા સાથેના એમિનોએસિડની બહુલકતા (abundance)ને આધારે આ પ્રોટીન વીજભાર પ્રાપ્ત કરે છે. હિસ્ટોન પ્રોટીનમાં સૌથી વધારે પ્રમાણમાં આલ્કલીય એમિનોએસિડ લાયસીન અને આર્જેનીન આવેલા હોય છે. જેમાં બંને એમિનો-એસિડ્સની પાર્શ્વશૃંખલાઓ પર ધનવીજભાર હોય છે. હિસ્ટોનના આઠ અણુઓના સંગઠિત એકમને હિસ્ટોન ઓક્ટામર (histone octamer) કહે છે. હવે ઋણ વીજભારિત DNA ધનવીજભારિત હિસ્ટોન ઓક્ટામર સાથે વિંટળાઈને જે રચના બનાવે છે તેને ન્યુક્લિઓઝોમ (nucleosome) કહે છે (આકૃતિ 5.4 a). એક લાક્ષણિક ન્યુક્લિઓઝોમ DNA કુંતલની 200 bp ધરાવે છે. કોષકેન્દ્રમાં આવેલા આવા ઘણા ન્યુક્લિઓઝોમ્સના પુનરાવર્તિત એકમોને કોમેટિન (chromatin) કહે છે. જે કોષકેન્દ્રમાં દોરી જેવી અભિરંજિત રચના સ્વરૂપે જોવા મળે છે. ઈલેક્ટ્રોન માઈક્રોસ્કોપ (EM)માં જોતાં કોમેટિનમાં આવેલા ન્યુક્લિઓઝોમ્સ દોરીમાં પરોવેલા મણકા જેવા દેખાય છે (આકૃતિ 5.4 b).

સૈદ્ધાંતિક રીતે સસ્તન કોષમાં તમે કેટલા મણકાઓ (ન્યુક્લિઓઝોમ્સ)ની હાજરીથી કલ્પના કરી શકો છો ?

કોમેટિનમાં આવેલા દોરીમાં પરોવેલા મણકા (beads-on-string) હજુ વધુ સંગઠિત થઈને કોમેટિન તંતુઓ રચે છે, જે કોષવિભાજનની ભાજનાવસ્થા દરમિયાન વધુ ગૂંચળામય અને સંગઠિત થઈને રંગસૂત્રની રચના કરે છે. ઉચ્ચ સ્તરે કોમેટિનના પેકેજિંગ માટે વધારાના પ્રોટીન્સ સેટની જરૂર પડે છે જેને સામૂહિક રીતે



આકૃતિ 5.4 (a) : ન્યુક્લિઓઝોમ



આકૃતિ 5.4 (b) : EM આકૃતિ : દોરીમાં પરોવેલા મણકા



નોન-હિસ્ટોન કોમોઝોમલ (NHC) પ્રોટીન્સ કહે છે. લાક્ષણિક કોષકેન્દ્રમાં ક્રોમેટિનનો કેટલોક વિસ્તાર શિથિલ રીતે ગોઠવાય છે (આછો અભિરંજિત) જેને યુક્રોમેટિન (euchromatin) કહે છે. જે ક્રોમેટિન ગાઢ રીતે ગોઠવાયેલા હોય અને ઘેરો અભિરંજિત થતો હોય તેને હિટેરોક્રોમેટિન (heterochromatin) કહે છે. યુક્રોમેટિન પ્રત્યાંકન માટે સક્રિય ક્રોમેટિન છે જ્યારે હિટેરોક્રોમેટિન નિષ્ક્રિય છે.

5.2 જનીનદ્રવ્ય માટેની શોધ (The Search for Genetic Material)

મિશર દ્વારા ન્યુક્લેઈનની શોધ અને મેન્ડલ દ્વારા આનુવંશિકતાના સિદ્ધાંતોની સમજૂતી લગભગ એક જ સમયે અપાઈ હોવા છતાં લાંબા સમય પછી એ સિદ્ધ તેમજ જ્ઞાત થઈ શક્યું કે, DNA આનુવંશિક દ્રવ્ય સ્વરૂપે કાર્ય કરે છે. જનીનિક આનુવંશિકતાની ક્રિયાવિધિ કેવી રીતે થાય છે તેની શોધ 1926 સુધીમાં તો આશ્ચર્ય સ્તરે પહોંચી. ગ્રેગર મેન્ડલ, વાલ્ટર સટન, થોમસ હન્ટ મોર્ગન તેમજ અન્ય બીજા વૈજ્ઞાનિકોની પૂર્વ શોધના આધારે સ્પષ્ટ થઈ ગયું કે, મોટા ભાગના કોષોમાં કોષકેન્દ્રમાં રંગસૂત્રો જોવા મળે છે. પરંતુ એ પ્રશ્નનો જવાબ મળી શક્યો નહિ કે વાસ્તવમાં કયો અણુ આનુવંશિક દ્રવ્ય છે.

રૂપાંતરણીય સિદ્ધાંત (Transforming Principle)

1928માં ફ્રેડરિક ગ્રિફિથ સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ ન્યુમોની - *Streptococcus pneumoniae* (બેક્ટેરિયા કે જે ન્યુમોનિયા માટે જવાબદાર છે) સાથેના શ્રેણીબદ્ધ પ્રયોગોમાં બેક્ટેરિયામાં થતા ચમત્કારિક રૂપાંતરણની ઘટનાના સાક્ષી રહ્યા હતા. તેમના પ્રયોગ દરમિયાન જીવંત (બેક્ટેરિયા)ના ભૌતિક સ્વરૂપમાં પરિવર્તન થયું હતું.

જ્યારે સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ ન્યુમોની (ન્યુમોકોક્સ) બેક્ટેરિયા સંવર્ધન પ્લેટ પર વૃદ્ધિ કરે છે ત્યારે કેટલાક લીસી ચળકતી કોષોની વસાહત (S) જ્યારે કેટલાક ખરબચડી વસાહત (R)નું નિર્માણ કરે છે. આવું થવાનું કારણ S સ્ટ્રેઈન (S જાત) બેક્ટેરિયામાં શ્લેષ્મ (પોલિસેકેરાઈડ્સ)નું આવરણ હોય છે જ્યારે R સ્ટ્રેઈનમાં આવું હોતું નથી. જ્યારે ઉંદરને S સ્ટ્રેઈન (ઝેરી) વડે ચેપગ્રસ્ત કરવામાં આવ્યા ત્યારે ન્યુમોનિયાના ચેપથી તે મૃત્યુ પામ્યા. પણ ઉંદરને R સ્ટ્રેઈન વડે અસરગ્રસ્ત કરવામાં આવ્યા ત્યારે તેઓને ન્યુમોનિયા થયો નહિ.

S સ્ટ્રેઈન → ઉંદરમાં અંતઃક્ષેપણ → ઉંદર મૃત્યુ પામ્યા.

R સ્ટ્રેઈન → ઉંદરમાં અંતઃક્ષેપણ → ઉંદર જીવંત રહ્યા.

ગ્રિફિથે બેક્ટેરિયાને ગરમ કરીને મૃત કર્યા. તેણે જોયું કે ગરમ કરવાથી મૃત S સ્ટ્રેઈન બેક્ટેરિયા ઉંદરમાં દાખલ કરાવવાથી ઉંદરનું મૃત્યુ ન થયું. જ્યારે તેણે ગરમીથી મૃત કરેલ S સ્ટ્રેઈન અને જીવંત R સ્ટ્રેઈનનું મિશ્રણ ઉંદરમાં દાખલ કર્યું, તો ઉંદર મૃત્યુ પામ્યા. વધુમાં, આ મૃત ઉંદરમાંથી તેઓએ જીવંત S બેક્ટેરિયા પ્રાપ્ત કર્યા.

S સ્ટ્રેઈન → ઉંદરમાં અંતઃક્ષેપણ → ઉંદર જીવંત રહ્યા.
(ગરમીથી મૃત કરાયેલ)

S સ્ટ્રેઈન
(ગરમીથી મૃત કરાયેલ)

+ → ઉંદરમાં અંતઃક્ષેપણ → ઉંદર મૃત્યુ પામ્યા.

R સ્ટ્રેઈન
(જીવંત)



ગ્રિકિથે તારણ કાઢ્યું કે, R સ્ટ્રેઇન બેક્ટેરિયા કોઈ પણ રીતે ગરમીથી મૃત કરાયેલ S સ્ટ્રેઇન બેક્ટેરિયા દ્વારા રૂપાંતરિત (transformed) થાય છે. રૂપાંતરણ સિદ્ધાંત, કોઈક રૂપાંતરણ તત્ત્વ કે જે ગરમીથી મૃત S સ્ટ્રેઇનમાંથી R સ્ટ્રેઇનમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે. તેથી R સ્ટ્રેઇન લીસા પોલિસેકેરાઇડ્સનું આવરણ નિર્માણ કરી શકે છે જેનાથી તે ઝેરી બની જાય છે. જનીનિક દ્રવ્યનું રૂપાંતરણ થવાથી જ આમ બન્યું હોવું જોઈએ. જોકે તેઓના પ્રયોગ પરથી આનુવંશિક દ્રવ્યની જૈવરાસાયણિક પ્રકૃતિ વિશે ખ્યાલ આવી શકતો નથી.

રૂપાંતરણીય સિદ્ધાંતનું જૈવરાસાયણિક લાક્ષણીકરણ (Biochemical Characterisation of Transforming Principle)

ઓસવાલ્ડ એવરી, કોલીન મૅક્લિઓડ અને મેકલીન મેકકાર્ટી (1933-44)ના કાર્ય પહેલાં એવું માનવામાં આવતું હતું કે, આનુવંશિક દ્રવ્ય પ્રોટીન છે. ગ્રિકિથના પ્રયોગના આધારે ‘રૂપાંતરિત સિદ્ધાંત’ (transforming principle)ની જૈવરાસાયણિક પ્રકૃતિ નક્કી કરવા તેઓએ કાર્ય કર્યું.

ગરમીથી મૃત S કોષોમાંથી શુદ્ધિકૃત જૈવરાસાયણો (પ્રોટીન, DNA, RNA વગેરે)થી તેઓએ એ જોયું કે, તેમાંથી કયું દ્રવ્ય જીવંત R કોષોને S કોષોમાં રૂપાંતર કરે છે. તેઓએ એ શોધી કાઢ્યું કે, S બેક્ટેરિયાનું DNA એકલું જ R બેક્ટેરિયાને રૂપાંતરિત કરી શકે છે.

તેઓએ એ બાબતની પણ શોધ કરી કે, પ્રોટીનનું પાયન કરતા ઉત્સેચક (પ્રોટીએઝીસ) અને RNAનું પાયન કરતા ઉત્સેચક (RNases) આ રૂપાંતરણો પર અસર કરતા નથી, એટલા માટે રૂપાંતરિત પામતો પદાર્થ પ્રોટીન કે RNA નથી. DNase દ્વારા પાયનથી આ રૂપાંતરણ પ્રક્રિયા અવરોધાય છે. એનાથી સ્પષ્ટ થાય છે કે, DNA રૂપાંતરણ માટે જવાબદાર છે. તેનાથી તેઓએ તારણ આપ્યું કે, DNA જનીન દ્રવ્ય છે. પરંતુ આ બાબતથી બધા જ જીવવિજ્ઞાનિકો સહમત ન હતા.

શું તમે વિચારી શકો છો કે DNAs અને DNase વચ્ચે કોઈ ભેદ છે ?

5.2.1 DNA જનીનદ્રવ્ય છે (The Genetic Material is DNA)

DNA આનુવંશિક દ્રવ્ય છે તેના વિશે સુસ્પષ્ટ સાબિતી આલ્ફ્રેડ હર્શી અને માર્થા ચેઈઝ (1952)ના પ્રયોગ પરથી પ્રાપ્ત થઈ. તેઓએ એ વાઈરસ પર કાર્ય કર્યું કે, જે બેક્ટેરિયાને ચેપગ્રસ્ત કરે છે જેને બેક્ટેરિયોફેજ કહે છે.

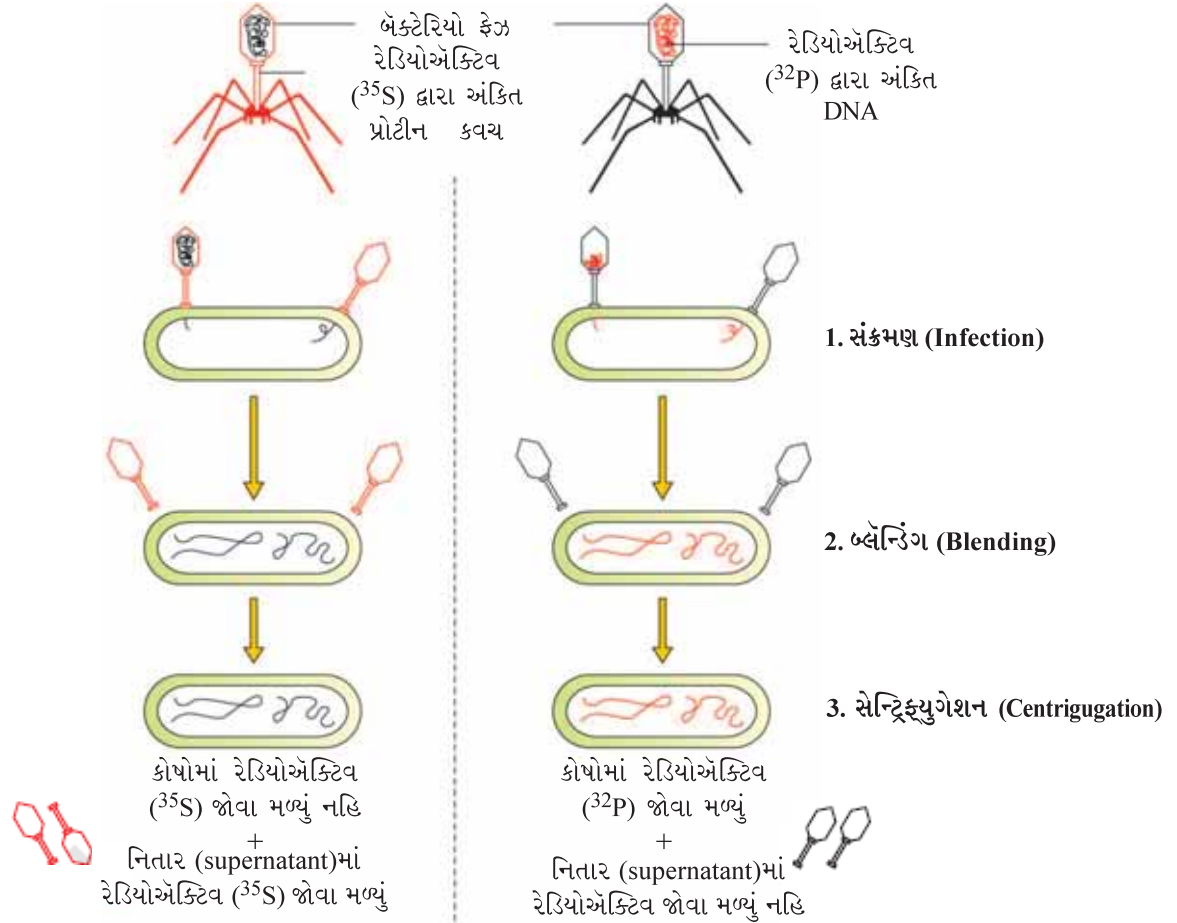
બેક્ટેરિયોફેજ એ બેક્ટેરિયા સાથે ચોંટે છે અને પોતાનું જનીનદ્રવ્ય બેક્ટેરિયામાં દાખલ કરે છે. બેક્ટેરિયલ કોષ વાઈરસના આનુવંશિક દ્રવ્યને પોતાનું સમજી લે છે અને તેનાથી આગળ જતાં અનેક વાઈરસ કણનું નિર્માણ થાય છે. બેક્ટેરિયામાં વાઈરસમાંથી પ્રોટીન અથવા DNA પ્રવેશે છે તે શોધવા માટે હર્શી અને ચેઈઝે પ્રયત્ન કર્યો.

તેઓએ કેટલાક વાઈરસને રેડિયોએક્ટિવ ફોસ્ફરસયુક્ત માધ્યમમાં ઉછેર્યા અને કેટલાકને રેડિયોએક્ટિવ સલ્ફરયુક્ત માધ્યમમાં ઉછેર્યા. જે વાઈરસનો રેડિયોએક્ટિવ ફોસ્ફરસયુક્ત માધ્યમમાં ઉછેર કર્યો હતો તેમાં રેડિયોએક્ટિવ DNA જોવા મળ્યું પરંતુ રેડિયોએક્ટિવ પ્રોટીન ન હતું, કારણ કે DNAમાં ફોસ્ફરસ હોય પણ પ્રોટીનમાં હોતું નથી. એવી જ રીતે જે વાઈરસનો રેડિયોએક્ટિવ સલ્ફરયુક્ત માધ્યમમાં ઉછેર કર્યો હતો, તેમાં રેડિયોએક્ટિવ પ્રોટીન

હતું રેડિયોએક્ટિવ DNA નહિ; કારણ કે, DNA સક્કર ધરાવતું નથી.

હવે રેડિયોએક્ટિવ ફેઝને ઈ. કોલાઈ (*E coli*) બેક્ટેરિયા સાથે ચોંટવા દેવામાં આવ્યા. ત્યાર બાદ જેમ સંક્રમણ (infection) આગળ વધે છે તેમ બ્લેન્ડરમાં હલાવવાથી વાઈરસનું આવરણ બેક્ટેરિયામાંથી અલગ થઈ જાય છે. સેન્ટ્રિફ્યુઝમાં ફેરવવાથી વાઈરસના કણોને બેક્ટેરિયામાંથી દૂર કરી શકાય છે.

જે બેક્ટેરિયા રેડિયોએક્ટિવ DNAવાળા વાઈરસથી સંક્રમિત થયા હતા તે રેડિયોએક્ટિવ રહ્યા. આનાથી સ્પષ્ટ છે કે જે દ્રવ્ય વાઈરસમાંથી બેક્ટેરિયામાં પ્રવેશે છે તે DNA છે. જે બેક્ટેરિયા એવા વાઈરસથી સંક્રમિત હતા જેમાં રેડિયોએક્ટિવ પ્રોટીન હતું તે રેડિયોએક્ટિવ ના રહ્યા. એનાથી એ સંકેત મળે છે કે, વાઈરસમાંથી બેક્ટેરિયામાં પ્રોટીન પ્રવેશ કરતું નથી. આ કારણે આનુવંશિક દ્રવ્ય DNA જ છે જે વાઈરસમાંથી બેક્ટેરિયામાં પ્રવેશે છે (આકૃતિ 5.5).



આકૃતિ 5.5 : હર્શી અને ચેઈઝનો પ્રયોગ

5.2.2 જનીનદ્રવ્યના ગુણધર્મો (DNA વિરુદ્ધ RNA) [Properties of Genetic Material (DNA versus RNA)]

અગાઉની ચર્ચા પરથી એ સ્પષ્ટ છે કે, પ્રોટીન વિરુદ્ધ DNA વચ્ચે જે આનુવંશિક દ્રવ્યને લઈને વિવાદ હતો તે હવે નિઃશંકપણે હર્શી અને ચેઈઝના પ્રયોગ પરથી ઉકેલાઈ ગયો. હવે એ સર્વમાન્ય થઈ ચૂક્યું છે કે, DNA આનુવંશિક દ્રવ્ય સ્વરૂપે કાર્ય કરે છે. જોકે ત્યાર પછી એ સ્પષ્ટ થયું કે,



કેટલાક વાઈરસમાં RNA જનીનદ્રવ્ય છે (જેમકે ઉદાહરણ : ટોબેકો મોઝેઈક વાઈરસ, QB બેક્ટેરિયોફેજ વગેરે). કેટલાક પ્રશ્નોના જવાબ આપવાના છે જેવા કે, શા માટે DNA પૂર્ણ પ્રભાવી આનુવંશિક દ્રવ્ય છે, જ્યારે RNA સંદેશાવાહક અને અનુકૂળનકારક જેવાં સક્રિય કાર્યો કરે છે. તે બંને ન્યુક્લિઈક એસિડ અણુઓની રાસાયણિક સંરચનામાં ભેદ આપવાના છે.

શું તમે DNA અને RNA વચ્ચે બે રાસાયણિક ભેદ જણાવી શકો છો ?

જે અણુ નીચેના માપદંડો સંતોષતો હોય તે જ જનીનદ્રવ્ય તરીકે વર્તી શકે :

- તે પોતાના જેવી જ પ્રતિકૃતિ બનાવવામાં સક્ષમ હોવો જોઈએ (replication).
- તે રાસાયણિક રીતે અને રચનાત્મક રીતે સ્થાયી હોવું જોઈએ.
- ઉદ્વિકાસ માટે જરૂરી ધીમા ફેરફારો (mutation) માટેની તક પૂરી પાડી શકે તેવું હોવું જોઈએ.
- ‘મેન્ડેલિયન લક્ષણો’નાં રૂપમાં તે પોતાની જાતે અભિવ્યક્ત થઈ શકતું હોવું જોઈએ.

જો કોઈ બેઈઝ જોડ અને પૂરકતાના સિદ્ધાંતને ધ્યાનમાં રાખીને પરીક્ષણ કરે છે ત્યારે તેને જોવા મળશે કે બંને ન્યુક્લિઈક એસિડ (DNA અને RNA) એ દ્વિકૃત (duplication) થવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. સજીવ તંત્રમાં અન્ય અણુઓ જેમકે પ્રોટીન ઉપરના માપદંડને પૂર્ણ કરવા માટે અસફળ છે.

આનુવંશિક પદાર્થ એટલો સ્થાયી હોવો જોઈએ કે, જીવનચક્રની વિવિધ અવસ્થાઓ, ઉંમર અથવા સજીવની શારીરિક ક્રિયામાં પરિવર્તન થવા છતાં પણ તેમાં કોઈ પરિવર્તન થવું જોઈએ નહિ. આનુવંશિક દ્રવ્યનું સ્થાયીપણું એ જનીન દ્રવ્યનો એકમાત્ર ગુણધર્મ છે જે ઝિફિથના ‘રૂપાંતરણ સિદ્ધાંત’થી સ્પષ્ટ છે, જેમાં ગરમીથી બેક્ટેરિયાનું મૃત્યુ થઈ જાય છે પરંતુ આનુવંશિક દ્રવ્યના કેટલાક ગુણધર્મો નષ્ટ થઈ શકતાં નથી. DNAના પરિપ્રેક્ષ્ય પરથી એ વાત સારી રીતે સમજી શકીએ છીએ કે, DNAની બંને શૃંખલાઓ એકબીજાની પૂરક હોય છે. જ્યારે ગરમીથી બંને શૃંખલાઓને અલગ કરવામાં આવે છે, ત્યારે યોગ્ય પરિસ્થિતિ મળવાથી તે એકબીજા સાથે જોડાઈ જાય છે. વળી RNAના પ્રત્યેક ન્યુક્લિઓટાઈડ પર 2'-OH પ્રતિ ક્રિયાશીલ સમૂહ જોવા મળે છે, અને તે RNA ને અસ્થિર તથા સરળતાથી વિઘટિત થાય તેવું બનાવે છે. આમ RNA ઉત્પ્રેરકીય (ઉદ્દીપકીય) તરીકે પણ ઓળખાય અને આથી તે પ્રતિ ક્રિયાશીલ બની RNAની સાપેક્ષે DNA રાસાયણિક દૃષ્ટિએ ઓછો સક્રિય અને રચનાત્મક દૃષ્ટિએ વધુ સ્થાયી હોય છે. આ કારણે બંને ન્યુક્લિઈક એસિડમાંથી DNA વધુ સારો આનુવંશિક પદાર્થ (material) છે.

વાસ્તવમાં DNAમાં યુરેસીલના સ્થાને થાયમીન હોવાથી તેમાં વધુ સ્થાયીત્વ પ્રાપ્ત થાય છે. (આના વિશે વિસ્તૃત ચર્ચા માટે તમારે DNAમાં થતા સમારકામ - Repair in DNA વિશે સમજવું પડશે અને તમે આ પ્રક્રિયા વિશે ઉચ્ચ વર્ગોમાં અભ્યાસ કરશો).

બંને DNA અને RNA વિકૃતિ પામી શકે છે. વાસ્તવમાં RNA અસ્થાયી તેમજ ઝડપથી વિકૃત બને છે. પરિણામ સ્વરૂપે RNA જીનોમ અને ટૂંકી જીવનઅવધિ ધરાવતાં વાઈરસ ઝડપી વિકાસ અને વિકૃતિ પામે છે.

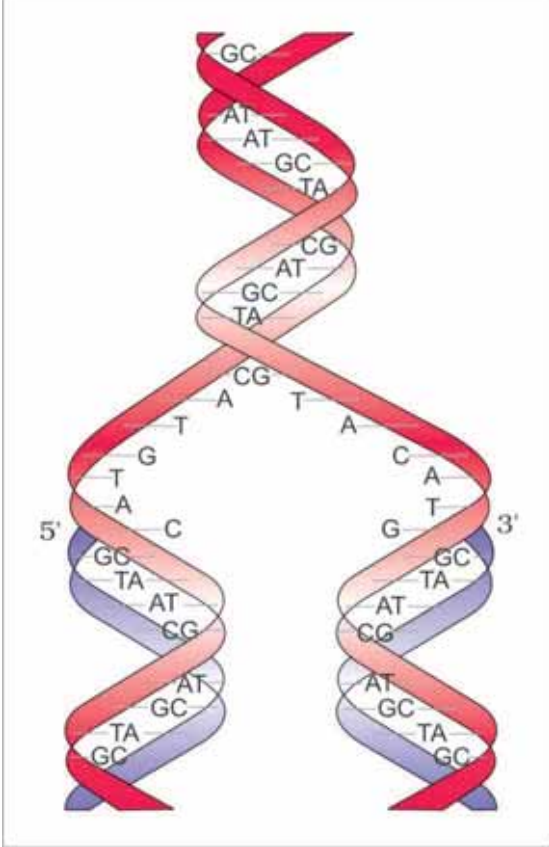
પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટે RNA સીધો જ સંકેત કરી શકે છે, જેથી તે સરળતાથી લક્ષણ અભિવ્યક્ત કરી શકે છે. જોકે DNAને પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટે RNA પર આધાર રાખવો પડે છે. પ્રોટીન સંશ્લેષણની બધી જ વ્યવસ્થા RNA અંતર્ગત વિકસિત થાય છે. ઉપર્યુક્ત ચર્ચા દર્શાવે છે કે, RNA અને DNA બંને



જનીનદ્રવ્ય તરીકે કાર્ય કરી શકે છે, પરંતુ DNA વધારે સ્થાયી અણુ હોવાથી જનીનિક માહિતીના સંગ્રહ માટે વધુ પસંદગીપાત્ર છે. જનીનિક માહિતીના સ્થળાંતરણ માટે RNA વધુ સુયોગ્ય છે.

5.3 RNA વિશ્વ (RNA World)

પૂર્વવર્તી ચર્ચાઓ પરથી એક પ્રશ્ન ઉત્પન્ન થાય કે, પ્રથમ આનુવંશિક દ્રવ્ય કયું છે ? રાસાયણિક ઉદ્ભવિકાસના પ્રકરણમાં તેના વિશે વિસ્તૃત સ્વરૂપે વર્ણન કરવામાં આવેલ છે. પરંતુ સંક્ષિપ્તમાં કેટલાંક તથ્યો તથા મુદ્દાઓને આપણે ચોક્કસ ઉજાગર કરીશું.



આકૃતિ 5.6 : વોટ્સન અને ક્રિકનું અર્ધરૂઢિગત DNA સ્વયંજનન મોડલ

RNA પ્રથમ આનુવંશિક દ્રવ્ય હતું. અત્યારે ખૂબ પર્યાપ્ત પ્રમાણમાં પુરાવાઓ છે કે જીવનની આવશ્યક ક્રિયાઓ (જેમકે ચયાપચય, ભાષાંતર, જોડાણકર્તા-splicing વગેરે) RNA અંતર્ગત વિકાસ પામે છે. RNA આનુવંશિક દ્રવ્યની સાથે-સાથે એક ઉત્પ્રેરક છે (જૈવિક તંત્રમાં કેટલીક એવી મહત્વપૂર્ણ જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ છે જે RNA ઉત્પ્રેરક દ્વારા ઉત્પ્રેરિત કરવામાં આવે છે અને પ્રોટીન ઉત્સેચકોનું તેમાં કોઈ યોગદાન નથી). પરંતુ RNA ઉત્પ્રેરકના સ્વરૂપમાં પ્રતિ ક્રિયાશીલ હોવાથી અસ્થાયી છે. આ કારણથી RNAના રાસાયણિક રૂપાંતરણથી DNAનો ઉદ્ભવ થયો. જેનાથી તે વધુ સ્થાયી છે. વધુમાં DNA તેના બેવડા કુંતલ અને પૂરક કુંતલોના કારણે તે સમારકામ પ્રક્રિયાઓના વિકાસથી થતાં પરિવર્તનો પ્રત્યે પ્રતિરોધી છે.

5.4 સ્વયંજનન (Replication)

DNAની બેવડી કુંતલમય રચનાની રજૂઆતની સાથે જ વોટ્સન અને ક્રિકે તત્કાલ DNAના સ્વયંજનનની યોજના રજૂ કરી. જો તેઓનાં મૂળ કથનોને ઉજાગર કરવામાં આવે તો તે આ પ્રકારે હતાં :

“વિશિષ્ટ જોડની જાણકારી પછી આનુવંશિક દ્રવ્યના નવા સ્વરૂપના નિર્માણની પ્રક્રિયાઓ વિશે તત્કાલ સુજાવ કરવાથી બચી શકાતું નથી” (વોટ્સન અને ક્રિક 1953).

ઉપરની યોજનાથી સ્પષ્ટ છે કે, બંને શૃંખલા અલગ પડીને ટેમ્પલેટના રૂપે કાર્ય કરી નવી પૂરક શૃંખલાનું નિર્માણ કરે છે. સ્વયંજનન પૂર્ણ થયા બાદ પ્રત્યેક DNA અણુ એક પિતૃ અને એક નવનિર્મિત શૃંખલા હોય છે. આ DNA સ્વયંજનની યોજનાને અર્ધરૂઢિગત (semiconservative) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે (આકૃતિ 5.6).

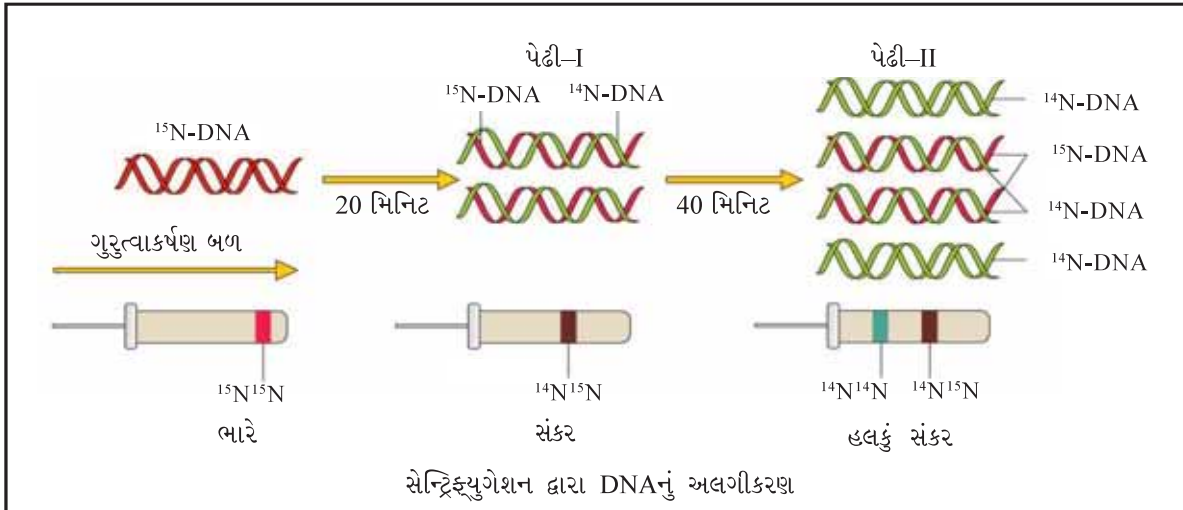
5.4.1 પ્રાયોગિક પ્રમાણ (The Experimental Proof)

હવે એ સાબિત થઈ ચૂક્યું છે કે DNA અર્ધરૂઢિગત રીતે સ્વયંજનન પામે છે. તેના વિશે સૌપ્રથમ જાણકારી ઈશ્વેરેશિયા કોલાઈ (*Escherichia coli*)માંથી પ્રાપ્ત થઈ અને આગળ જતાં ઉચ્ચ સજીવો જેમકે વનસ્પતિ અને મનુષ્યના કોષોમાં તેનો ખ્યાલ આવી શક્યો. મૈથ્યુ મેસેલ્સન અને ફ્રેન્કલિન સ્ટાલે 1958માં નીચેનો પ્રયોગ કર્યો :



- (i) તેઓએ ઈ. કોલાઈનો એવા સંવર્ધન માધ્યમમાં ઉછેર કર્યો જેમાં $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ (^{15}N એ નાઈટ્રોજનનો ભારે સમસ્થાનિક છે) ઘણીબધી પેઢીઓ સુધી માત્ર નાઈટ્રોજનના સ્ત્રોત તરીકે છે. જેના પરિણામે નવનિર્મિત સંશ્લેષિત DNA (તેમજ અન્ય નાઈટ્રોજનયુક્ત સંયોજનોમાં)માં ^{15}N સામેલ થઈ જાય છે. આ ભારે DNA અણુને સામાન્ય DNAથી સિઝિયમ ક્લોરાઈડ (CsCl)ના ઘનત્વ ઢોળાંશમાં સેન્ટ્રીફ્યુગેશન કરવાથી અલગીકૃત કરી શકાય છે. (ધ્યાન રાખો કે ^{15}N રેડિયોએક્ટિવ સમસ્થાનિક નથી અને તે ^{14}N માંથી ફક્ત ઘનત્વના પ્રમાણથી અલગ કરી શકાય છે).
- (ii) તેના પછી કોષોને એવા સંવર્ધન માધ્યમમાં સ્થાનાંતરિત કર્યા જેમાં સામાન્ય $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ હતું તથા કોષીય ગુણનના ચોક્કસ સમયના અંતરાલે નમૂનાઓને લીધા અને DNAને અલગ કરવાથી જોવા મળ્યું કે તે હંમેશાં બેવડી કુંતલમય શૃંખલાઓના સ્વરૂપે જોવા મળે છે. DNAના ઘનત્વના માપન માટે વિવિધ નમૂનાઓને સ્વતંત્ર રૂપે CsCl ની ઢોળાંશ પર અલગ કરવામાં આવ્યા હતા (આકૃતિ 5.7).

શું તમે કેન્દ્રત્યાગી (centrifugal) બળ વિશે જણાવી શકો છો ? અને વિચારી શકો છો કે શા માટે અણુ કે જે વધુ દ્રવ્યમાન/ઘનતા ધરાવતો હોય તે ઝડપી અવસાદન પામે છે ? પરિણામ આકૃતિ 5.7માં દર્શાવવામાં આવ્યા છે.



આકૃતિ 5.7 : મેસેલ્સન અને સ્ટાલનો પ્રયોગ

- (iii) આ પ્રકારે, જેને ^{15}N માંથી ^{14}N સંવર્ધન માધ્યમ પર એક પેઢી સુધી સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવ્યા હતા તેના DNAને નિષ્કર્ષિત કરવાથી ખ્યાલ આવ્યો કે તે સંકર અથવા મધ્યમ ઘનતાવાળા હતા (20 મિનિટ પછી; ઈ. કોલાઈ 20 મિનિટમાં વિભાજન પામે છે). DNAને બીજી પેઢી (40 મિનિટ પછી; બીજી પેઢી)ના સંવર્ધનમાંથી નિષ્કર્ષિત (અલગીકૃત) કરવામાં આવ્યું. તે સમાન માત્રામાં સંકરિત DNA અને હલકા DNAનું બનેલું હતું.



જો ઈ. કોલાઈ (*E.coli*)ની 80 મિનિટ સુધી વૃદ્ધિ થાય તો વૃદ્ધિ પછી પ્રાપ્ત થતા DNAમાં હલકા તથા સંકરિત DNAનું ઘનત્વ પ્રમાણ કેટલું હશે ?

આવા જ પ્રયોગમાં ટેલર અને અન્ય સહયોગીઓએ 1958માં વીસીયા ફાબા-*Vicia faba* (ફાબા બીન્સ) ઉપર નવનિર્મિત સંશ્લેષિત DNAનાં રંગસૂત્રોમાં વિતરણની તપાસ કરવા માટે રેડિયોએક્ટિવ થાઈમીડિનનો ઉપયોગ કર્યો. આ પ્રયોગ પરથી એ સિદ્ધ થઈ ગયું કે, રંગસૂત્રોમાં DNA પણ અર્ધરૂઢિગત રીતે સ્વયંજનન કરે છે.

5.4.2 કાર્યપ્રણાલી અને ઉત્સેચકો (The Machinery and the Enzymes)

જીવંત કોષો જેમકે ઈ. કોલાઈમાં સ્વયંજનનની પ્રક્રિયા માટે ઉત્પ્રેરકો (ઉત્સેચકો)ના સમૂહની આવશ્યકતા હોય છે. મુખ્ય ઉત્સેચક જે DNA આધારિત છે તે **DNA પોલિમરેઝ** છે. તે DNA પ્રતિકૃતિ (template)નો ઉપયોગ કરીને ડિઓક્સિન્યુક્લિઓટાઈડના બહુલીકરણને ઉત્પ્રેરિત કરે છે. આ ઉત્સેચક ઘણો સક્ષમ છે, કારણ કે ખૂબ જ ઓછા સમયમાં ઘણીબધી સંખ્યામાં ન્યુક્લિઓટાઈડ્સના બહુલીકરણને ઉત્પ્રેરિત કરે છે. ઈ. કોલાઈમાં 4.6×10^6 bp જોવા મળે છે (તેની સરખામણી મનુષ્ય સાથે કરો કે જેનો દ્વિકીય જથ્થો 6.6×10^9 bp છે.) જેમાં સ્વયંજનન પૂણ થઈ માટે 18 મિનિટ લાગે છે. એનો અર્થ એ થયો કે બહુલીકરણનો દર લગભગ 2000 bp પ્રતિ સેકન્ડ છે. આ માત્ર બહુલીકરણને ઝડપી નથી કરતાં પરંતુ પ્રક્રિયાને ચોકસાઈથી ઉત્પ્રેરિત પણ કરે છે. સ્વયંજનનમાં કોઈ ભૂલના કારણે વિકૃતિ (mutation) ઉદ્ભવે છે. તદુપરાંત ઊર્જાની દૃષ્ટિએ આ ખૂબ જ ખર્ચાળ પ્રક્રિયા છે. ડિઓક્સિરિબોન્યુક્લિઓસાઈડ્સ ટ્રાય ફોસ્ફેટ બેવડા ઉદ્દેશની પૂર્તતા કરે છે. તે પ્રક્રિયાર્થી તરીકે કાર્ય કરવા ઉપરાંત બહુલીકરણ પ્રક્રિયા માટે ઊર્જા પ્રદાન કરે છે (ATPની જેમ ડિઓક્સિરિબોન્યુક્લિઓસાઈડ્સ ટ્રાયફોસ્ફેટમાં બે ટર્મિનલ ફોસ્ફેટ ઉચ્ચ ઊર્જાવાળા ફોસ્ફેટ છે).

વધારે એકસાથે સ્વયંજનનની પ્રક્રિયાને પૂર્ણ કરવા માટે DNA આધારિત DNA પોલિમરેઝ ઉપરાંત અન્ય કેટલાય ઉત્સેચકની જરૂર પડે છે. લાંબા DNA અણુની બંને શૃંખલાઓ એકસાથે સંપૂર્ણ રીતે અલગ થતી નથી (કારણ કે તેના માટે વધુ ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે). સ્વયંજનન DNA કુંતલના નાના ખુલ્લા થયેલા ભાગમાં થાય છે જેને **સ્વયંજનન ચીપિયો (replication fork)** કહે છે. DNA આધારિત DNA પોલિમરેઝ બહુલીકરણને માત્ર એક જ દિશા $5' \rightarrow 3'$ તરફ ઉત્પ્રેરિત કરે છે. તે સ્વયંજનન ચીપિયાના સ્થાને કેટલીક વધારાની સમસ્યા પેદા કરે છે. ફળસ્વરૂપે, (3'થી 5' છેડાવાળી ટેમ્પલેટ) શૃંખલા પર સ્વયંજનન **સતત (continuous)** થાય છે, જ્યારે બીજી (5'થી 3' છેડાવાળી ટેમ્પલેટ) પર **તૂટક (discontinuous)** થાય છે. આ તૂટક સંશ્લેષિત થયેલ ટુકડાઓ બાદમાં **DNA લાયગેઝ (DNA Ligase)** દ્વારા એકબીજા સાથે જોડાય છે (આકૃતિ 5.8).

DNA પોલિમરેઝ પોતે સ્વયંજનનની શરૂઆત નથી કરી શકતો તથા સ્વયંજનન DNAમાં ગમે ત્યાંથી શરૂ થતું નથી. ઈ. કોલાઈના DNAમાં કેટલાંક નિશ્ચિત સ્થાનો હોય છે જ્યાંથી સ્વયંજનનની શરૂઆત થાય છે. આ સ્થાનોને **સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ-સ્થાન (origin of replication)** નામ આપવામાં આવ્યું છે. સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિના સ્થાનરૂપી DNAના ટુકડાની જો જરૂર પડે તો તેને પુનઃ સંયોજિત DNAની પદ્ધતિ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે, જેમાં વાહકની જરૂરિયાત પડે છે (સ્વયંજનનની શરૂઆત માટે DNA ખંડની આવશ્યકતા હોય તો પુનઃ સંયોજિત DNA પદ્ધતિ દ્વારા પ્રાપ્ત થાય છે, જેમાં વાહકની આવશ્યકતા હોય છે). વાહક સ્વયંજનનું ઉત્પત્તિ-સ્થાન પૂરું પાડે છે.

વળી, સ્વયંજનનની બધી જ વિગતો સમજી શકાય નહિ. સુકોષકેન્દ્રિઓમાં DNAનું સ્વયંજનન કોષયકના S-તબક્કામાં થાય છે. DNAનું સ્વયંજનન અને કોષવિભાજન-ચક્ર મોટા ભાગે અનુબદ્ધ હોય

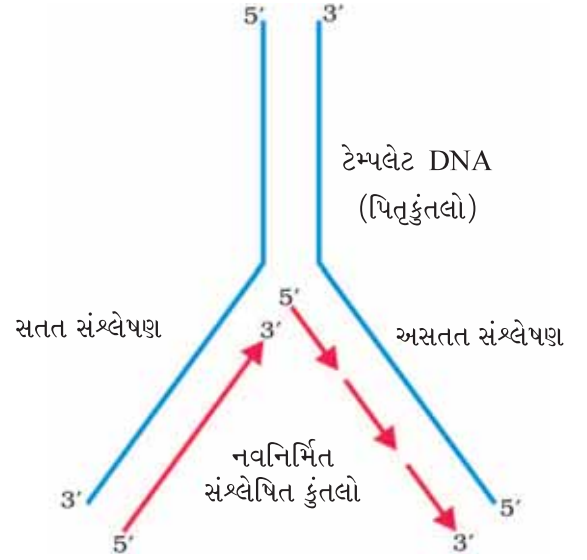


છે. DNA સ્વયંજનન બાદ કોષવિભાજન ન થવાના કારણે પોલિપ્લોઇડી (રંગસૂત્રોની અનિયમિતતા) ઉત્પન્ન થાય છે. આ તબક્કે થતી અનિયમિતતાની ઉત્પત્તિ તથા પ્રકાર વિશે તમે ઉચ્ચ વર્ગોમાં અભ્યાસ કરશો.

5.5 પ્રત્યાંકન/અનુલેખન (Transcription)

DNAના એક શૃંખલા પર રહેલ જનીનિક માહિતીને RNAમાં નકલ કરવાની પ્રક્રિયાને **પ્રત્યાંકન (transcription)** કહે છે. અહીં પૂરકતાનો સિદ્ધાંત પ્રત્યાંકન પ્રક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે. સિવાય કે એડિનોસાઇન એ થાયમીનના સ્થાને યુરેસીલ સાથે બેઈઝ જોડ બનાવે છે. સ્વયંજનન પ્રક્રિયામાં કોઈ સજીવનું કુલ DNA બેવડાય છે પરંતુ પ્રત્યાંકનમાં DNAનો ખંડ અને ફક્ત એક જ શૃંખલા RNAમાં પ્રતિઅંકન પામે છે જ. પ્રત્યાંકનમાં ભાગ લેતાં DNA કુંતલના પ્રદેશની સીમારેખા સ્પષ્ટ કરવા જરૂરી થઈ પડે છે.

પ્રત્યાંકન દરમિયાન બંને શૃંખલાઓનું પ્રતિઅંકન કેમ નથી થતું તેનો જવાબ સરળ છે. સૌપ્રથમ જો બંને શૃંખલાઓ ટેમ્પલેટ તરીકે કાર્ય કરે તો તેનાથી વિભિન્ન અનુક્રમવાળા RNA અણુઓનું પ્રત્યાંકન થાય છે (યાદ રાખો કે પૂરકતાનો અર્થ સમાનતા નથી) અને પ્રોટીન માટે સંકેતન કરે ત્યારે પ્રોટીનમાં જોવા મળતા એમિનોએસિડનો અનુક્રમ ભિન્ન હશે. આથી જો DNAનો એક જ ટુકડો બે અલગ પ્રોટીન માટે સંકેતન કરે તો તે આનુવંશિક માહિતીની સ્થાનાંતરણ ક્રિયાવિધિ માટે જટિલતા ઉત્પન્ન કરશે. બીજું, એકસાથે બે RNA ઉદ્ભવે કે જે એકબીજાના પૂરક છે. બેવડી શૃંખલામય RNAનું નિર્માણ કરશે. જે RNAને પ્રોટીનમાં ભાષાંતરણ નહિ થવા દે અને પ્રત્યાંકનનો પ્રયાસ વ્યર્થ જશે.



આકૃતિ 5.8 : સ્વયંજનન ચીપિયો

5.5.1 પ્રત્યાંકન એકમ (Transcription Unit)

DNAમાં પ્રત્યાંકન માટેના મુખ્યત્વે ત્રણ ભાગ હોય છે :

- પ્રમોટર (promoter)
- બંધારણીય જનીન (structural gene)
- સમાપક (terminator)

પ્રત્યાંકનના બંધારણીય જનીન એકમ DNAની બેવડી શૃંખલાનો જ ભાગ છે. જેમકે DNAની શૃંખલાઓ વિરુદ્ધ ધ્રુવત્વ ધરાવે છે. એટલા માટે **DNA આધારિત RNA પોલિમરેઝ (DNA dependent RNA polymerase)** પોલિમરાઇઝેશન (બહુલીકરણ)ને એક જ દિશા 5'થી 3' તરફ ઉત્પ્રેરિત કરે છે. એવી શૃંખલા કે જેમાં ધ્રુવત્વ 3' → 5' તરફ હોય છે તે ટેમ્પલેટ સ્વરૂપે કામ કરે છે. એટલા માટે તે **ટેમ્પલેટ શૃંખલા (template strand)** તરીકે ઓળખાય છે. બીજી શૃંખલા જેમાં ધ્રુવત્વ 5' → 3' અનુક્રમ છે તે RNA જેવી જ હોય છે (સિવાય કે થાયમીનના સ્થાને યુરેસીલ હોય છે).



જે પ્રત્યાંકન દરમિયાન વિસ્થાપિત થઈ જાય છે. આ શૃંખલા (જે કંઈ પણ સંકેતન કરતી નથી)ને **સંકેતન શૃંખલા (coding strand)** કહેવાય છે. બધાં જ ઉપર્યુક્ત બિંદુઓ કે જે પ્રત્યાંકન એકમનો ભાગ છે તે કોડિંગ શૃંખલાથી બનેલા હોય છે. આ બિંદુઓની સમજૂતી માટે પ્રત્યાંકન એકમના પરિકલ્પિત અનુક્રમોને નીચે દર્શાવવામાં આવ્યા છે :

3'-ATGCATGCATGCATGCATGC-5' ટેમ્પલેટ શૃંખલા

5'-TACGTACGTACGTACGTACGTACG-3' સંકેતન શૃંખલા

શું તમે ઉપર્યુક્ત DNAમાંથી પ્રત્યાંકન થયેલા RNAના અનુક્રમોને લખી શકો છો ?



આકૃતિ 5.9 : પ્રત્યાંકન એકમની રેખાંકિત સંરચના

અંધારણીય જનીન (structural gene)ના છેડા પર આવેલા **પ્રમોટર (promoter)** અને **સમાપક (terminator)** પ્રત્યાંકન એકમ બનાવે છે. અંધારણીય જનીનના 5' છેડા પ્રતિપ્રવાહ (upstream) પર (સંકેતન શૃંખલાના ધ્રુવત્વના સંદર્ભે છે) પ્રમોટર આવેલ હોય છે. આ એ DNA અનુક્રમ છે કે જ્યાં RNA પોલિમરેઝ જોડાય છે અને પ્રત્યાંકન એકમમાં સ્થિત પ્રમોટરની હાજરી ટેમ્પલેટ અને કોડિંગ શૃંખલાનું નિર્ધારણ કરે છે. જો તેની જગ્યાએ સમાપક આવે તો સંકેતન અને ટેમ્પલેટ શૃંખલાનું સ્થાન ઊલટું થઈ જાય છે. સમાપક કોડિંગ શૃંખલાના 3' છેડા (અનુપ્રવાહ) પર આવેલ હોય છે અને તેનાથી પ્રત્યાંકન પ્રક્રિયાની સમાપ્તિનું નિર્ધારણ થાય છે (આકૃતિ 5.9). પ્રમોટરના પ્રતિપ્રવાહ (upstream) અથવા અનુપ્રવાહ (downstream) તરફ વધારાના નિયામક અનુક્રમ હોય છે. આ અનુક્રમોની કેટલીક વિશિષ્ટતાઓ વિશે જ્યારે જનીન અભિવ્યક્તિના નિયમન વિશે વર્ણન થશે ત્યારે માહિતી આપવામાં આવશે.

5.5.2 પ્રત્યાંકન એકમ અને જનીન (Transcription Unit and Gene)

જનીન આનુવંશિકતાનો ક્રિયાત્મક એકમ છે. એમાં કોઈ શંકા નથી કે જનીન DNA પર સ્થિત હોય છે. જનીનને DNA અનુક્રમના શબ્દોમાં વ્યાખ્યાયિત કરવું મુશ્કેલ છે. DNA અનુક્રમ કે જે t RNA અથવા r RNA અણુનું સંકેતન કરે છે તેનાથી પણ જનીન વ્યાખ્યાયિત થાય છે. વ્યાખ્યા અનુસાર **સિસ્ટ્રોન (cistron)** એ પોલિપેપ્ટાઇડના સંકેતન માટેનો DNAનો ખંડ છે, પ્રત્યાંકન એકમમાં રહેલા અંધારણીય જનીનને **મોનોસિસ્ટ્રોનિક (monocistronic)** (મોટા ભાગે સુકોષકેન્દ્રીમાં)

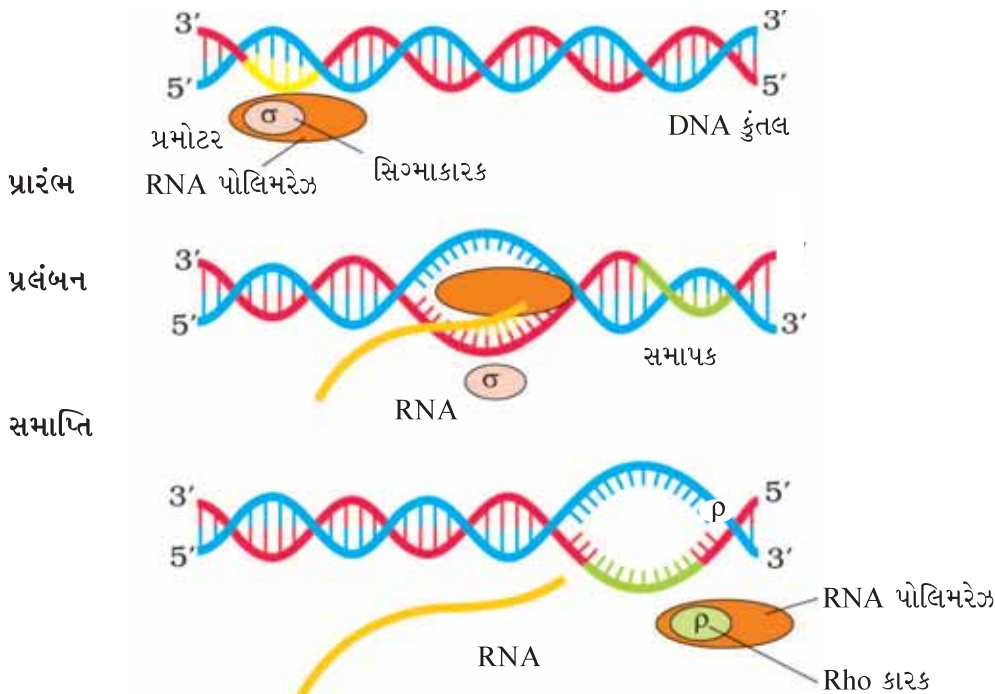


અથવા પોલિસિસ્ટ્રોનિક (polycistronic) (મોટા ભાગે બેક્ટેરિયા અથવા આદિ-કોષકેન્દ્રીમાં) કહી શકાય. સુકોષકેન્દ્રીમાં મોનોસિસ્ટ્રોનિક બંધારણીય જનીન જોવા મળે છે જેમાં વિશ્લેષિત કોડિંગ શૃંખલા જોવા મળે છે - સુકોષકેન્દ્રીમાં જનીન વિભાજિત હોય છે. કોડિંગ અનુક્રમ અથવા અભિવ્યક્ત અનુક્રમોને એક્સોન્સ (exons) કહે છે. એક્સોન એ અનુક્રમ છે જે પરિપક્વ અથવા સંસાધિત (processed) RNAમાં જોવા મળે છે. એક્સોન, ઇન્ટ્રોન્સ (introns) દ્વારા વિશ્લેષિત થાય છે. ઇન્ટ્રોન અથવા મધ્યાવર્તી અનુક્રમ પરિપક્વ અથવા પ્રક્રિયા પામેલ RNAમાં જોવા મળતા નથી. DNA ખંડના અર્થમાં વિભાજિત જનીન (split-gene) વ્યવસ્થા જનીનની વ્યાખ્યાને જટિલ બનાવી દે છે.

લક્ષણોની આનુવંશિકતા પણ બંધારણીય જનીનના પ્રમોટર અને નિયામક અનુક્રમો દ્વારા અસર પામે છે. આથી ક્યારેક નિયામક અનુક્રમને હળવાશથી નિયામક જનીન તરીકે ઓળખાય છે, તેમ છતાં આ અનુક્રમ કોઈ પણ RNA અથવા પ્રોટીનનું સંકેતન કરતાં નથી.

5.5.3 RNAના પ્રકારો અને પ્રત્યાંકનની પ્રક્રિયા (Types of RNA and process of Transcription)

બેક્ટેરિયામાં મુખ્ય ત્રણ પ્રકારના RNA હોય છે, mRNA (messenger RNA), tRNA (transfer RNA) અને rRNA (ribosomal RNA). ત્રણેય RNA કોષમાં પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટે આવશ્યક હોય છે. mRNA ટેમ્પલેટ તરીકે વર્તે છે, tRNA એમિનો-એસિડ્સને લાવવાનું તથા આનુવંશિક સંકેતોને વાંચવાનું કામ કરે છે તથા rRNA ભાષાંતર દરમિયાન બંધારણીય અને ઉત્પ્રેરક ભૂમિકા ભજવે છે. બેક્ટેરિયામાં DNA આધારિત RNA પોલિમરેઝ એક જ હોય છે જે બધા જ પ્રકારના RNAના પ્રત્યાંકનને ઉત્પ્રેરિત કરે છે. RNA પોલિમરેઝ પ્રમોટર સાથે જોડાઈને પ્રત્યાંકનની શરૂઆત (પ્રારંભ) કરે છે, તે ન્યુક્લિઓસાઈડ ટ્રાયફોસ્ફેટને પ્રક્રિયકના સ્વરૂપે ઉપયોગ કરી પૂરકતાના નિયમનું



આકૃતિ 5.10 : બેક્ટેરિયામાં પ્રત્યાંકન-પ્રક્રિયા

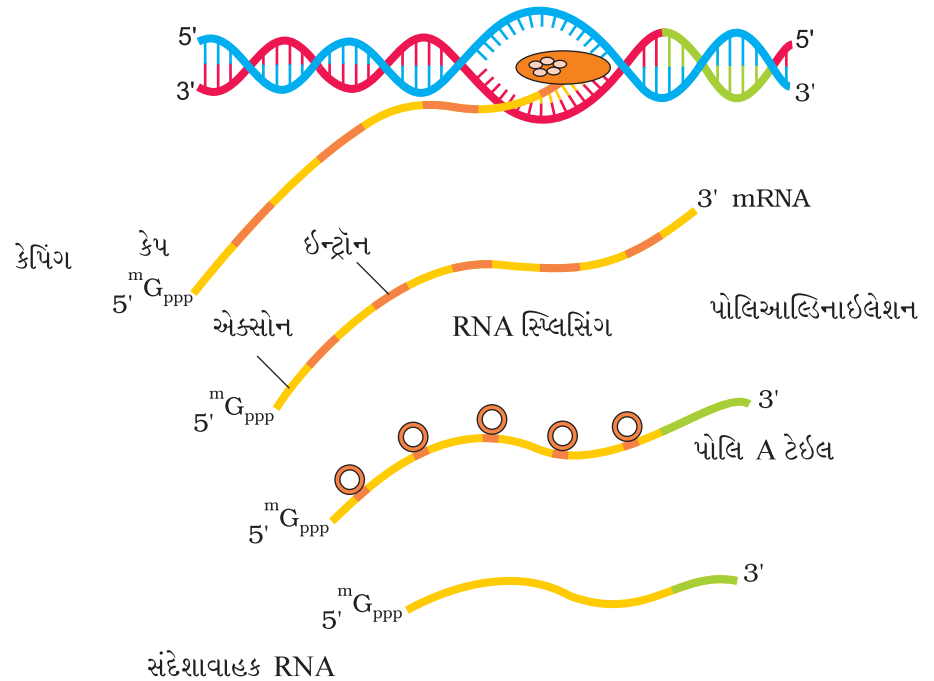
પાલન કરીને ટેમ્પલેટમાંના ક્રમ અનુસાર પોલિમરાઇઝ કરે છે. તે કુંતલને ખોલવા અને પ્રલંબનમાં પણ સહાય કરે છે. ફક્ત RNA નો થોડોક ખેંચાયેલ ભાગ જ ઉત્સેચક સાથે જોડાય છે. જ્યારે RNA પોલિમરેઝ સમાપ્તિ સ્થાને પહોંચી જાય છે ત્યારે નવનિર્મિત RNA અને RNA પોલિમરેઝ છૂટા પડી જાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે પ્રત્યાંકન પ્રક્રિયાનું **સમાપન** (સમાપ્તિ - Termination) થઈ જાય છે.

અહીં રસપ્રદ પ્રશ્ન છે કે, RNA પોલિમરેઝ કેવી રીતે આ ત્રણ તબક્કાઓ પ્રારંભ, પ્રલંબન અને સમાપ્તિને ઉત્પ્રેરિત કરે છે. માત્ર RNA પોલિમરેઝ પ્રલંબન પ્રક્રિયાને ઉત્પ્રેરિત કરવા માટે સક્ષમ છે. તે ક્ષણવાર માટે **પ્રારંભિક કારક (initiation factor) (σ)** અને **સમાપ્તિકારક (termination factor) (ρ)** સાથે જોડાઈને પ્રત્યાંકનને અનુક્રમે પ્રારંભ કરે છે કે સમાપન કરે છે. આ કારકો RNA પોલિમરેઝ સાથે જોડાવાથી તેની નિશ્ચિતતા (specificity)માં પરિવર્તન લાવે છે જેનાથી પ્રારંભ અથવા સમાપ્તિ થાય છે (આકૃતિ 5.10).

બેક્ટેરિયામાં, mRNAના નિર્માણ માટે કોઈ પણ પ્રક્રિયાની આવશ્યકતા હોતી નથી તથા પ્રત્યાંકન અને ભાષાંતરણ એક જ ખંડ (compartment)માં થાય છે (બેક્ટેરિયામાં કોષરસ અને કોષકેન્દ્ર જેવું કોઈ ભિન્ન હોતું નથી). એટલા માટે ઘણી વાર mRNAનું પૂર્ણ રીતે પ્રત્યાંકન થતા પહેલાં જ ભાષાંતર શરૂ થઈ જાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે બેક્ટેરિયામાં પ્રત્યાંકન અને ભાષાંતર સાથે-સાથે પૂર્ણ થાય છે.

સુકોષકેન્દ્રીમાં બે વધારાની જટિલતાઓ હોય છે :

- કોષકેન્દ્રમાં ઓછામાં ઓછા ત્રણ પ્રકારના RNA પોલિમરેઝ જોવા મળે છે (અંગિકાઓમાં જોવા મળતા RNA પોલિમરેઝ સહિત). તેમાં સ્પષ્ટ શ્રમવિભાજન હોય છે. RNA પોલિમરેઝ I **rRNAs** (28S, 18S અને 5.8S)નું પ્રત્યાંકન કરે છે જ્યારે RNA પોલિમરેઝ III **tRNA**, **5S rRNA** અને **snRNAs (small nuclear RNAs)**ના પ્રત્યાંકન માટે જવાબદાર છે.



આકૃતિ 5.11 : સુકોષકેન્દ્રીમાં પ્રત્યાંકનની પ્રક્રિયા



RNA પોલિમરેઝ II mRNAના પૂર્વ સ્વરૂપ હીટરોજીનસ ન્યુક્લિયર RNA (hnRNA)નું પ્રત્યાંકન કરે છે.

- (ii) બીજી જટિલતા એ છે કે પ્રાથમિક પ્રત્યાંકનમાં એક્સોન અને ઇન્ટ્રોન્સ બંને ધરાવે છે અને તે બિનકાર્યકારી હોય છે. આથી તે વિશિષ્ટ પ્રક્રિયામાંથી પસાર થાય છે જેને સ્પ્લિસિંગ (splicing) કહે છે જેમાં ઇન્ટ્રોન્સ દૂર થઈ જાય છે અને એક્સોન એક નિશ્ચિત ક્રમમાં એકબીજા સાથે જોડાઈ જાય છે. hnRNA વધારાની પ્રક્રિયાઓ જેમકે કેપિંગ (capping) અને ટેઈલિંગ (tailing)માંથી પસાર થાય છે. કેપિંગમાં એક વિલક્ષણ ન્યુક્લિઓટાઈડ (મિથાઈલ ગ્વાનોસિન ટ્રાય ફોસ્ફેટ) hnRNAના 5' છેડા પર જોડાય છે. ટેઈલિંગમાં એડિનાઈલેટેડ સમૂહ (200-300) સ્વતંત્ર રીતે ટેમ્પલેટના 3' છેડા પર ઉમેરાય છે. પૂર્ણ સંસાધિત hnRNAને હવે mRNA કહેવાય છે, જે ભાષાંતરણ માટે કોષકેન્દ્રમાંથી સ્થળાંતરણ પામે છે (આકૃતિ 5.11).

હવે, ઉપર્યુક્ત જટિલતાઓના મહત્વને સમજવાની શરૂઆત થઈ છે. વિભાજિત જનીન (split-gene) વ્યવસ્થા, જનીન સંકુલની પ્રાચીન રચનાને પ્રસ્તુત કરે છે. ઇન્ટ્રોન્સની હાજરી પ્રાચીન યુગની યાદ અપાવે છે અને સ્પ્લિસિંગ પ્રક્રિયા RNA વિશ્વ (RNA world)ની પ્રભુતાને વ્યક્ત કરે છે. અર્વાચીન સમયમાં સજીવતંત્રમાં RNA અને RNA આધારિત પ્રક્રિયાઓને સમજવી અત્યંત આવશ્યકતા મનાય છે.

5.6 જનીન સંકેત (Genetic Code)

સ્વયંજનન અને પ્રત્યાંકન દરમિયાન ન્યુક્લિઈક એસિડમાંથી બીજા ન્યુક્લિઈક એસિડનું પ્રતિઅંકન થાય છે. આથી આ પ્રક્રિયાઓને પૂરકતાના સિદ્ધાંતોના આધારે સમજવી સરળ છે. ભાષાંતરણની પ્રક્રિયા આનુવંશિક માહિતી સ્થાનાંતરિત કરવા જરૂરી છે જે ન્યુક્લિઓટાઈડના પોલિમરમાંથી એમિનોએસિડના પોલિમરનું સંશ્લેષણ કરે છે. એમિનોએસિડ અને ન્યુક્લિઓટાઈડમાં ના તો કોઈ પૂરકતા જોવા મળે છે અને ના તો કોઈ સૈદ્ધાંતિક સ્વરૂપે તેને વિચારી શકાય છે. હવે ન્યુક્લિઈક એસિડ (આનુવંશિક દ્રવ્ય)માં ફેરફારથી પ્રોટીનના એમિનો-એસિડમાં પણ પરિવર્તન આવી જાય છે, તે બાબતને આધાર આપતા પૂરતા પુરાવા છે. આનાથી જનીન સંકેત (genetic code)ની પરિકલ્પનાનો પ્રસ્તાવ થયો જે પ્રોટીન સંશ્લેષણ દરમિયાન એમિનોએસિડના અનુક્રમોને નિર્ધારિત કરે છે.

DNAની સંરચના અને આનુવંશિક દ્રવ્યની જૈવરાસાયણિક પ્રકૃતિનું નિર્દેશન કરવું જેટલું ઉત્તેજનાપૂર્ણ હતું તેનાથી વધારે યુનૌતીપૂર્ણ કાર્ય જનીન સંકેતનું અર્થઘટન કરવાનું હતું. બરેબર તો તેમાં વિવિધ ક્ષેત્રોના વૈજ્ઞાનિકો જેમકે ભૌતિકશાસ્ત્રી, કાર્બનિક રસાયણશાસ્ત્રી, જૈવરાસાયણશાસ્ત્રી અને જનીનશાસ્ત્રીના સહયોગની આવશ્યકતા હતી. જ્યોર્જ ગેમોવ એક ભૌતિકશાસ્ત્રી હતા, જેમનો વિચાર હતો કે જો બેઈઝ માત્ર 4 હોય અને 20 એમિનોએસિડ્સનું સાંકેતન કરવાનું હોય તો, સંકેતના નિર્માણમાં બેઈઝનો સમૂહ બનતો હશે. તેઓએ સૂચવ્યું કે બધા જ 20 એમિનોએસિડના સંકેતન માટે સંકેત ત્રણ ન્યુક્લિઓટાઈડ્સના બનેલા હોય છે. આ એક મજબૂત પ્રસ્તાવ હતો, જેનાથી 4^3 ($4 \times 4 \times 4$)ના ઉત્પરિવર્તન સંયોજન દ્વારા 64 સંકેતોનું નિર્માણ થતું હશે. આ રીતે બનતા સંકેતો જરૂરિયાત કરતા ઘણા વધારે હોય છે.

સંકેત ત્રિઅક્ષરી હોય છે, તેનું પ્રમાણ આપવું અત્યંત કઠિન કાર્ય હતું. હરગોબિંદ ખોરાનાએ નિશ્ચિત બેઈઝ (સમપોલિમર અને સહપોલિમર)ના જોડાણવાળા RNA અણુઓના સંશ્લેષણની રાસાયણિક પ્રક્રિયાની શોધ કરી હતી. માર્શેલ નિરેનબર્ગની પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટેની કોષમુક્ત પ્રણાલી



(સેલ-ફી-સિસ્ટમ) સંકેતના અર્થઘટન માટે ખૂબ મદદરૂપ રહી. સેવેરો ઓકોઆ (Severo Ochoa) ઉત્સેચક (પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ ફોસ્ફોરાયલેઝ) RNAને સ્વતંત્રરૂપે (RNAનું ઉત્સેચકીય સંશ્લેષણ) ટેમ્પલેટના નિશ્ચિત અનુક્રમો સાથે બહુલીકરણ થવા માટે સહાયતા કરે છે. અંતમાં જનીન સંકેતનું ચેકર બોર્ડ (checker board) તૈયાર કરાવ્યું જે નીચેના કોષ્ટક 5.1માં આપવામાં આવેલ છે:

કોષ્ટક 5.1 : વિવિધ એમિનોએસિડ માટેના સંકેતો

પ્રથમ સ્થાન	દ્વિતીય સ્થાન				તૃતીય સ્થાન
	U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

જનીન સંકેતના મુખ્ય ગુણધર્મો નીચે મુજબ છે :

- જનીન સંકેત ત્રિઅક્ષરી છે. તે પૈકી 61 સંકેતો એમિનોએસિડ્સ માટે સંકેતન કરે છે અને 3 સંકેતો કોઈ એમિનોએસિડનું સંકેતન કરતા નથી. આથી તેઓનું કાર્ય સમાપ્તિ સંકેત તરીકેનું છે.
- એક જ એમિનોએસિડ એક કરતાં વધારે સંકેતો દ્વારા નિશ્ચિત થઈ શકે છે. આવા સંકેતોને **અવનત (degenerate)** સંકેતો કહે છે.
- સંકેત mRNA પર સતત વંચાય છે. તે વચ્ચે વિરામ હોતો નથી.
- જનીન સંકેત **સર્વવ્યાપી (universal)** છે : ઉદાહરણ તરીકે, બેક્ટેરિયાથી મનુષ્ય સુધી UUU ફિનાઈલ એલેનીન (Phe)નું સંકેતન કરે છે. આ નિયમમાં કણાભસૂત્રીય સંકેતો અને કેટલાક પ્રજીવોમાં અપવાદ જોવા મળે છે.
- AUG બેવડાં કાર્યો કરે છે. તે મિથિઓનીન (met) માટે સંકેત આપે છે. સાથે-સાથે **પ્રારંભિક સંકેત (initiator codon)** તરીકે પણ વર્તે છે.
- UAA, UAG, UGA આ સમાપન સંકેતો છે.

જો mRNAમાં નીચે દર્શાવેલ ન્યુક્લિઓટાઇડ્સનો ક્રમ આવેલો હોય, તો તેના દ્વારા સંકેતન પામતા એમિનોએસિડ્સના ક્રમની આગાહી કરો (ચેકર બોર્ડનો ઉપયોગ કરો).

—AUG UUU UUC UUC UUU UUU UUC—



હવે તેનાથી વિપરીત, નીચે આપેલ mRNA દ્વારા સંકેત પામેલ એમિનોએસિડ્સનો ક્રમ છે, તો RNAમાં ન્યુક્લિઓટાઇડ્સના ક્રમની તપાસ કરો.

Met-Phe-Phe-Phe-Phe-Phe

તમને આ વિપરીત તપાસ કરવાનું મુશ્કેલીભર્યું લાગ્યું ?

હવે, તમે શીખેલા જનીન સંકેતના કયા બે ગુણધર્મો વચ્ચે સહસંબંધ છે તે કહી શકશો ?

5.6.1 વિકૃતિ અને જનીનિક સંકેત (Mutations and Genetic Code)

જનીન અને DNA વચ્ચેના પરસ્પર સંબંધો વિકૃતિ દ્વારા સરળતાથી સમજી શકાય છે. તમે વિકૃતિ અને તેની અસર વિશે પ્રકરણ 4માં અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો. DNAના ખંડમાં લોપ અને પુનઃ ગોઠવણીની અસર વિશે સરળતાથી સમજી શકો છો. તેના પરિણામ સ્વરૂપે જનીન કે તેના કાર્યમાં ક્ષતિ અથવા વધારો થાય છે. પોઇન્ટ મ્યુટેશન (point mutation)નું શ્રેષ્ઠ ઉદાહરણ β ગ્લોબિન શૃંખલા માટેના જનીનમાં એક બેઇઝ જોડમાં પરિવર્તનના પરિણામ સ્વરૂપે β ગ્લોબિન શૃંખલામાં એમિનોએસિડ ગ્લુટામેટની જગ્યાએ વેલાઇન આવે છે. જેનાથી થતાં રોગને સિકલ-સેલ એનિમિયા (sickle cell anemia) કહે છે. પોઇન્ટ મ્યુટેશનના કારણે બંધારણીય જનીનમાં એક બેઇઝનો ઉમેરો અથવા ઘટાડા વિશે નીચે આપવામાં આવેલા સાદા ઉદાહરણ દ્વારા સરસ રીતે સમજી શકાશે :

આ વાક્ય પર ધ્યાન આપો જે નીચેના શબ્દોથી બનેલ છે. જેમાં ત્રણ અક્ષર આનુવંશિક સંકેતની જેમ જોવા મળે છે :

RAM HAS RED CAP

જો આપણે HAS અને REDની વચ્ચે Bને ઉમેરીને વાક્યની પુનઃ ગોઠવણી કરીએ, તો વાક્ય નીચે મુજબ વાંચી શકાશે :

RAM HAS BRE DCA P

એવી જ રીતે આપણે બે અક્ષરો એ જ જગ્યા પર જેમકે BI ઉમેરીએ, તો નીચે મુજબ વાંચી શકાય :

RAM HAS BIR EDC AP

હવે આપણે એકસાથે ત્રણ અક્ષરો BIGને ઉમેરીએ, તો વાક્ય નીચે મુજબ વાંચી શકાય :

RAM HAS BIG RED CAP

ઉપર્યુક્ત અભ્યાસને RED અક્ષરને એક પછી એક દૂર (લોપ) કરીને પુનરાવર્તિત કરવાથી આ ત્રણ અક્ષરોનું વાક્ય નીચે મુજબ બનશે :

RAM HAS EDC AP

RAM HAS DCA P

RAM HAS CAP

ઉપર્યુક્ત અભ્યાસ પરથી એ સ્પષ્ટ થાય છે કે, એક અથવા બે બેઇઝના ઉમેરાવાથી અથવા દૂર થવાથી ઉમેરો અથવા દૂર થતાં તે સ્થાને (બિંદુએ) રીડિંગ ફ્રેમમાં પરિવર્તન આવે છે. ત્રણ અથવા તેના ગુણકમાં બેઇઝનો ઉમેરો કે દૂર થવાથી એક અથવા તેના ગુણકમાં



ગુણક પ્રમાણે સંકેતનો ઉમેરો કે દૂર થાય છે. જેનાથી એક અથવા ગુણક પ્રમાણે ઘણાબધા એમિનોએસિડનો ઉમેરો અથવા દૂર થાય છે. જ્યારે આ સ્થાનથી આગળની તરફ રીડિંગ ફ્રેમમાં કોઈ પરિવર્તન આવતું નથી. જોકે આવી વિકૃતિને ફ્રેમ શિફ્ટ ઇન્સર્શન (frame shift insertion) અથવા લોપ વિકૃતિ (deletion mutations) કહે છે. આ આનુવંશિક આધાર પ્રમાણે સંકેતો ત્રિઅક્ષરી હોય છે અને તે સળંગ ક્રમમાં વંચાય છે.

5.6.2 tRNA - અનુકૂલક અણુ (tRNA - the Adapter Molecule)

સંકેતની પરિકલ્પનાના ખૂબ પહેલા સમયથી ફ્રાન્સિસ ક્રિકના મત અનુસાર સંકેતને વાંચવા અને તેનો એમિનોએસિડ સાથે સંબંધ રાખવાની ક્રિયાવિધિ હોવી જોઈએ કારણ કે, એમિનોએસિડમાં કોઈ સંરચનાત્મક વિશિષ્ટતા નથી હોતી કે જેનાથી તે સંકેતને ચોકસાઈપૂર્વક

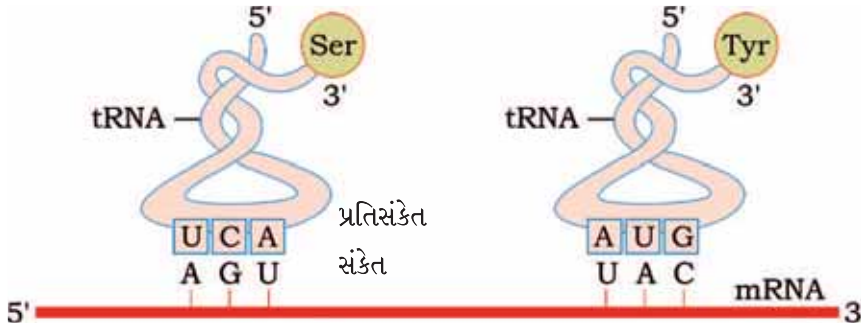
વાંચી શકે. તેઓએ અનુકૂલક અણુની હાજરી પ્રસ્થાપિત કરી કે જે એક બાજુ સંકેતને વાંચતા હોય અને બીજી બાજુએથી વિશિષ્ટ એમિનો-એસિડને જોડતા હોય. tRNA જેને sRNA (soluble RNA) પણ કહે છે, જેના વિશે જાણકારી જનીન સંકેતની શોધ પહેલા હતી, છતાં પણ તેની અનુકૂલક અણુ સ્વરૂપ તરીકે ઘણા સમય પછી જાણકારી પ્રાપ્ત થઈ.

tRNAમાં એક પ્રતિસંકેત લૂપ (anticodon loop) જોવા મળે છે, જ્યાં સંકેતના પૂરક બેઈઝ આવેલા હોય છે અને તેમાં એમિનો-એસિડનો સ્વીકાર્ય છેડો (amino acid

accepter end) આવેલો હોય છે, જેનાથી તે એમિનોએસિડ સાથે જોડાય છે. પ્રત્યેક એમિનો-એસિડ માટે વિશિષ્ટ tRNA આવેલા હોય છે (આકૃતિ 5.12). પ્રારંભ માટે બીજો વિશિષ્ટ tRNA આવેલો હોય છે જેને પ્રારંભક tRNA (initiator tRNA) કહે છે. સમાપ્તિ સંકેત માટે કોઈ tRNA હોતા નથી. આકૃતિ 5.12માં, tRNAનું દ્વિતીય બંધારણ દર્શાવેલ છે. જે ક્લોવર (clover leaf)ના પર્ણ જેવું દેખાય છે. વાસ્તવમાં tRNA સઘન અણુ છે જે ઊંધા L આકારની જેમ દેખાય છે.

5.7 ભાષાંતર (Translation)

ભાષાંતર (translation) એ એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં એમિનોએસિડના બહુલીકરણથી પોલિપેપ્ટાઇડનું નિર્માણ થાય છે (આકૃતિ 5.13). એમિનોએસિડનો ક્રમ mRNA પર આવેલા બેઈઝના અનુક્રમ પર આધાર રાખે છે. એમિનોએસિડ પેપ્ટાઇડબંધ દ્વારા જોડાયેલા હોય છે. પેપ્ટાઇડબંધના નિર્માણ માટે શક્તિની આવશ્યકતા રહેલી હોય છે. આ કારણે



આકૃતિ 5.12 : tRNA - અનુકૂલક અણુ

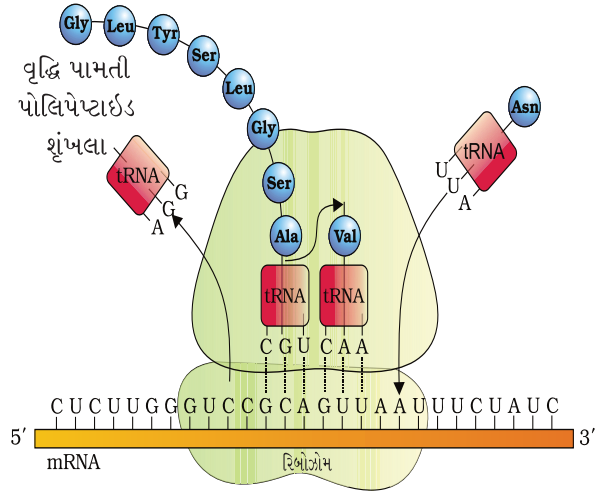


પ્રથમ અવસ્થામાં એમિનોએસિડ સ્વયં ATPની હાજરીમાં સક્રિય થઈ જાય છે તથા પોતાના સંબંધિત tRNA સાથે જોડાઈ જાય છે. આ પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે **tRNAનું આવેશીકરણ (charging of tRNA)** અથવા વધુ સ્પષ્ટ રીતે **tRNA એમિનો એસાઈલેશન (amino acylation of tRNA)** કહે છે. આ બે આવેશિત (charged) tRNA એકબીજાની નજીક આવવાથી તે અણુઓની વચ્ચે પેપ્ટાઈડબંધનું નિર્માણ થાય છે. ઉત્પ્રેરકની હાજરીમાં પેપ્ટાઈડબંધ બનવાનો દર ઝડપી થઈ જાય છે.

રિબોઝોમ કોષીય ફેક્ટરી છે. જે પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટે જવાબદાર છે. રિબોઝોમ સંરચનાત્મક RNAs અને આશરે 80 વિવિધ પ્રોટીન ધરાવે છે. તે તેની નિષ્ક્રિય અવસ્થામાં બે પેટા એકમો; મોટો પેટા એકમ અને નાનો પેટા એકમ સ્વરૂપે હોય છે. જ્યારે નાનો પેટા એકમ mRNA સાથે સંકળાય છે ત્યારે mRNAમાંથી પ્રોટીન બનવાની ભાષાંતર પ્રક્રિયાની શરૂઆત થાય છે. મોટા પેટા એકમમાં બે સ્થાન હોય છે જેનાથી એમિનોએસિડ જોડાઈને એકબીજાની અત્યંત નજીક આવે છે જેનાથી પોલિપેપ્ટાઈડબંધનું નિર્માણ થાય છે. રિબોઝોમ પેપ્ટાઈડબંધના નિર્માણમાં ઉત્પ્રેરક (23S rRNA બેક્ટેરિયામાં ઉત્સેચક - રિબોઝાઈમ) તરીકે વર્તે છે.

mRNAમાં ભાષાંતરણ એકમ (translational unit) એ RNAનો અનુક્રમ છે જેના છેડા પર પ્રારંભિક સંકેત (AUG), સમાપ્તિ સંકેત (stop codon) અને પોલિપેપ્ટાઈડના સંકેતો હોય છે. mRNAમાં કેટલાક વધારાના અનુક્રમ આવેલા હોય છે જે ભાષાંતરિત નથી તેમને **ભાષાંતરરહિત વિસ્તાર (untranslated regions - UTR)** કહે છે. UTRs એ 5' છેડા (પ્રારંભિક સંકેત પહેલાં) અને 3' છેડા (સમાપ્તિ સંકેત પછી) બંને પર સ્થિત હોય છે. તે કાર્યક્ષમ ભાષાંતર-પ્રક્રિયા માટે આવશ્યક છે.

પ્રારંભ માટે રિબોઝોમ mRNAના પ્રારંભિક સંકેત (AUG) સાથે જોડાય છે. જેની ઓળખ ફક્ત પ્રારંભિક tRNA દ્વારા કરવામાં આવે છે. રિબોઝોમ ત્યાર બાદ પ્રોટીન સંશ્લેષણની પ્રલંબન પ્રક્રિયા તરફ આગળ વધે છે. આ દરમિયાન એમિનોએસિડ tRNA સાથે જોડાઈને જટિલ રચનાનું નિર્માણ કરે છે. જે આગળ વધીને tRNAના પ્રતિ સંકેત સાથે પૂરક બેઈઝ બનાવીને mRNAના ઉચિત સંકેત સાથે જોડાય છે. રિબોઝોમ mRNA પર એક સંકેતથી બીજા સંકેત તરફ ખસે છે. એક પછી એક એમિનોએસિડ ઉમેરાવાથી પોલિપેપ્ટાઈડ અનુક્રમો ભાષાંતરણ પામે છે જે DNA દ્વારા નિર્દેશિત અને mRNA દ્વારા નિરૂપિત હોય છે. અંતમાં **વિમોચક કારક (release factor)** સમાપ્તિ સંકેત સાથે જોડાવાથી ભાષાંતર-પ્રક્રિયાનો અંત આવે છે અને રિબોઝોમમાંથી સંપૂર્ણ પોલિપેપ્ટાઈડ મુક્ત થાય છે.



આકૃતિ 5.13 : ભાષાંતર

5.8 જનીન અભિવ્યક્તિનું નિયમન (Regulation of Gene Expression)

જનીન અભિવ્યક્તિના નિયમનનો વિવિધ સ્તરો પર વ્યાપક અર્થ થાય છે. જનીન અભિવ્યક્તિના ફળસ્વરૂપે પોલિપેપ્ટાઈડનું નિર્માણ થાય છે, જેને ઘણાબધા સ્તરે નિયમન કરી શકાય છે. સુકોષકેન્દ્રીય સજીવોમાં, નિયમન નીચે મુજબ થઈ શકે છે :

- પ્રત્યાંકન સ્તર (પ્રાથમિક પ્રત્યાંક અનુલેખનું નિર્માણ)
- પ્રક્રિયા સ્તર (સ્પ્લિસિંગનું નિયમન)
- mRNAનું કોષકેન્દ્રમાંથી કોષરસમાં સ્થળાંતરણ
- ભાષાંતરીય સ્તર



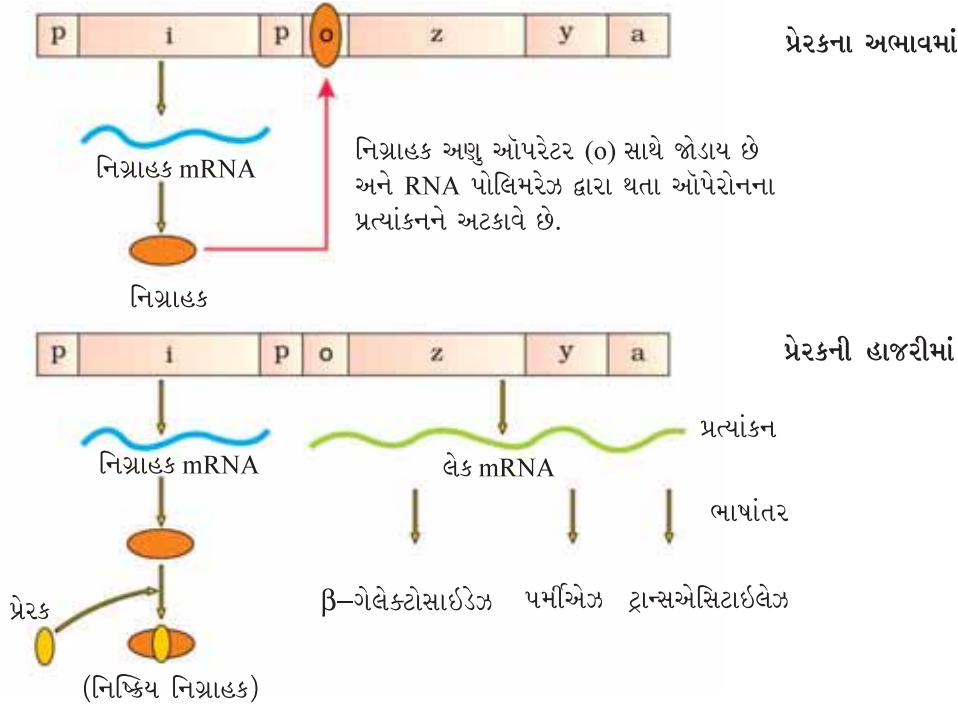
કોષમાં રહેલ જનીન એક વિશિષ્ટ કાર્ય અથવા કાર્યોના સમૂહને અભિવ્યક્ત કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે ઈ. કોલાઈ (*E. coli*)માં રહેલ ઉત્સેચક β -ગેલેક્ટોસાઈડેઝ એ ડાયસેકેરાઈડ્સ - લેક્ટોઝનું જલવિભાજન પ્રેરી તેને ગેલેક્ટોઝ અને ગ્લુકોઝમાં ફેરવે છે. જેને બેક્ટેરિયા ઊર્જાના સ્રોત તરીકે ઉપયોગમાં લે છે. આથી જો બેક્ટેરિયા પાસે લેક્ટોઝની ગેરહાજરી હોય તો β -ગેલેક્ટોસાઈડેઝ ઉત્સેચકના સંશ્લેષણની જરૂર પડતી નથી. આ રીતે સામાન્ય શબ્દોમાં કહેવામાં આવે તો આ એક ચયાપચયિક, દેહધાર્મિક અથવા પર્યાવરણીય સ્થિતિ છે જે જનીન અભિવ્યક્તિનું નિયમન કરે છે. એક ભ્રૂણનો પરિપક્વ સજીવમાં વિકાસ અને વિભેદન જનીનના વિવિધ સમૂહોની અભિવ્યક્તિના સહનિયમનનું પરિણામ છે.

આદિકોષકેન્દ્રીમાં જનીન અભિવ્યક્તિના નિયમન માટે કેટલાક એવા પ્રભાવી સ્થાન હોય છે જે પ્રત્યાંકિત પ્રારંભિક દરનું નિયમન કરે છે. પ્રત્યાંકન એકમમાં પ્રમોટર (પ્રચાલક-promoter) સાથે RNA પોલિમરેઝની ક્રિયાશીલતા સહાયક પ્રોટીન સાથેની પારસ્પરિક ક્રિયા દ્વારા નિયમન પામે છે જે પ્રારંભિક સ્થાનની ઓળખ ક્ષમતામાં સહાયતા કરે છે. આ નિયામકી પ્રોટીન (regulatory protein) સકારાત્મક કે સક્રિયક (positively or activators) અને નકારાત્મક કે નિગ્રાહક (negatively or repressors) બંને સ્વરૂપે કાર્ય કરી શકે છે. આદિકોષકેન્દ્રી DNAમાં પ્રમોટર સ્થાનની ઉપલબ્ધતા ઘણા કિસ્સામાં પ્રોટીનના વિશેષ અનુક્રમ જેને **ઓપરેટર (ચાલક-operator)** કહે છે તેના દ્વારા નિયમન પામે છે અને તેના સહયોગથી નિયમિત થતી રહે છે. મોટા ભાગે ઓપેરોનમાં ઓપરેટર સ્થાન, પ્રેરક ભાગની પાસે જ હોય છે અને મોટા ભાગની સ્થિતિમાં ઓપરેટરના અનુક્રમ નિગ્રાહક પ્રોટીનથી જોડાયેલ હોય છે. પ્રત્યેક ઓપેરોનનો પોતાનો વિશિષ્ટ ઓપરેટર અને વિશિષ્ટ નિગ્રાહક (specific repressor) હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, લેક-ઓપરેટર માત્ર લેક ઓપેરોન (lac-operon)માં જોવા મળે છે. તે વિશેષરૂપે ફક્ત લેક-નિગ્રાહક (lac-repressor) સાથે આંતરક્રિયાઓ કરે છે.

5.8.1 લેક-ઓપેરોન (The lac-operon)

લેક-ઓપેરોન વિશે સ્પષ્ટ માહિતી જનીનશાસ્ત્રી ફ્રાન્કોઈસ જેકોબ અને જૈવરસાયણશાસ્ત્રી જૈકવે મોનોડના સહિયારા પ્રયાસ પરથી મળી. તેઓએ સૌપ્રથમ વખત પ્રત્યાંકિત રીતે નિયંત્રિત તંત્ર (transcriptionally regulated system) વિશે ખ્યાલ આવ્યો. લેક-ઓપેરોન (અહીં લેકનો અર્થ લેક્ટોઝ છે)માં પોલિસિસ્ટ્રોનિક બંધારણીય જનીનનું નિયમન એક સામાન્ય પ્રમોટર અને નિયામકી જનીન દ્વારા થાય છે. આ પ્રકારની વ્યવસ્થા બેક્ટેરિયામાં ખૂબ જ સામાન્ય છે. તેને **ઓપેરોન (operon)** કહે છે. એવાં કેટલાંક ઉદાહરણ લેક-ઓપેરોન (lac operon), ટ્રિપ ઓપેરોન (trp operon), એરા-ઓપેરોન (ara operon), હિસ ઓપેરોન (his operon), વેલ-ઓપેરોન (val operon) વગેરે છે.

લેક-ઓપેરોન એક નિયામક જનીન (*i* જનીન. અહીં *i*નો અર્થ પ્રેરક (inducer) નથી, પરંતુ આ શબ્દ અવરોધક (inhibitor) પરથી લેવામાં આવ્યો છે) અને ત્રણ બંધારણીય જનીન (*z*, *y* અને *a*)થી મળીને બને છે. *i* જનીન લેક-ઓપેરોનના નિગ્રાહકનું સંકેતન કરે છે. *z* જનીન β -ગેલેક્ટોસાઈડેઝ (β -gal)નું સંકેતન કરે છે. જે ડાયસેકેરાઈડ્સ લેક્ટોઝના જળવિભાજનથી મોનોમેરિક એકમો ગેલેક્ટોઝ અને ગ્લુકોઝનું સર્જન કરે છે. *y* જનીન પર્મિએઝ માટેનું સંકેતન કરે છે જે કોષમાં β -ગેલેક્ટોસાઈડેઝની પારગમ્યતાને વધારે છે. જનીન *a* દ્વારા ટ્રાન્સએસિટાયલેઝનું સંકેતન થાય છે. આ રીતે લેક-ઓપેરોનના ત્રણેય જનીનનાં ઉત્પાદનો લેક્ટોઝ ચયાપચય માટે આવશ્યક હોય છે. બીજા અન્ય ઓપેરોનના ઓપેરોનમાં ઉપસ્થિત જનીન તેજ અથવા સંબંધિત ચયાપચયિક પથમાં એક સાથે કાર્ય કરે છે (આકૃતિ 5.14).



આકૃતિ 5.14 : લેક-ઓપેરોન

લેક્ટોઝ એ β -ગેલેક્ટોસાઈડેઝ માટે પ્રક્રિયકનું કામ કરે છે જે ઓપેરોનની સક્રિયતાનો આરંભ (switching on) અને સમાપ્તિ (off)નું નિયમન કરે છે. તેને પ્રેરક (inducer) કહેવાય છે. સૌથી ઉત્તમ કાર્બન સ્ત્રોત-ગ્લુકોઝની ગેરહાજરીમાં જો બેક્ટેરિયાના સંવર્ધન માધ્યમમાં લેક્ટોઝ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પર્મિએઝની ક્રિયા દ્વારા લેક્ટોઝ કોષની અંદર પ્રવેશે છે (યાદ રાખો કોષમાં લેક-ઓપેરોનની અભિવ્યક્તિ નિમ્ન સ્તરે હંમેશાં હાજર રહેલી જોઈએ, અન્યથા લેક્ટોઝ કોષોની અંદર પ્રવેશ નહિ કરી શકે). તેના પછી લેક્ટોઝ ઓપેરોનને નીચે મુજબ પ્રેરિત કરે છે :

ઓપેરોનના i જનીન દ્વારા નિગ્રાહક સંશ્લેષિત (હંમેશાં અંગત્ભૂત ભાગ તરીકે) થાય છે. નિગ્રાહક પ્રોટીન ઓપેરોનના ઓપરેટર વિસ્તારે જોડાઈને RNA પોલિમરેઝને પ્રત્યાંકન કરતાં અટકાવે છે. લેક્ટોઝ અથવા એલોલેક્ટોઝ જેવા પ્રેરકની હાજરીમાં નિગ્રાહક એ પ્રેરક સાથે પ્રક્રિયા કરીને નિષ્ક્રિય થાય છે. તેથી RNA પોલિમરેઝને પ્રમોટર સાથે જોડાવાની અનુમતિ મળે છે અને પ્રત્યાંકનની શરૂઆત કરે છે (આકૃતિ 5.14). લેક-ઓપેરોનના નિયમનને પ્રક્રિયાર્થી દ્વારા ઉત્સેચકના સંશ્લેષણના સ્વરૂપે નિરુપિત કરી શકાય છે.

યાદ રાખો કે લેક-ઓપેરોન માટે ગ્લુકોઝ અથવા ગેલેક્ટોઝ પ્રેરક સ્વરૂપે કાર્ય કરતા નથી. શું તમે વિચારી શકો છો કે, લેક્ટોઝની હાજરીમાં ક્યાં સુધી લેક-ઓપેરોનની અભિવ્યક્તિ થયા કરશે ?

નિગ્રાહક દ્વારા લેક-ઓપેરોનના નિયમનને નકારાત્મક નિયમન (negative regulation) કહે છે. લેક-ઓપેરોન હકારાત્મક નિયમન (positive regulation)ના નિયંત્રણમાં પણ હોય છે પરંતુ આ સ્તરે તેના વિશેની ચર્ચા આપણા ક્ષેત્રની બહારની છે.



5.9 હ્યુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટ (Human Genome Project)

આગળના વિભાગમાં તમે અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છો કે, DNAમાં જોવા મળતા બેઈઝનો અનુક્રમ કોઈ પણ સજીવની આનુવંશિકતાની માહિતી નિર્ધારિત કરે છે. બીજા શબ્દોમાં કોઈ પણ સજીવની આનુવંશિક વ્યવસ્થા તેના DNAમાં જોવા મળતા અનુક્રમો દ્વારા નક્કી થાય છે. જો બે વ્યક્તિઓમાં ભિન્નતા જોવા મળે તો તેમના DNA અનુક્રમ ભિન્ન હોય છે. આ ધારણાઓ હ્યુમન જીનોમમાં રહેલા DNAના પૂર્ણ અનુક્રમ વિશે તપાસ કરવા માટે વિવશ કરે છે. જિનેટિક એન્જિનિયરિંગ તકનીકના વિકાસથી કોઈ પણ DNA ખંડનું અલગીકરણ અથવા ક્લોનિંગ કરી શકાય છે અને DNA અનુક્રમોને જાણવા માટે સરળ અને ઝડપી તકનીકીના વિકાસથી 1990માં હ્યુમન જીનોમના અનુક્રમોની તપાસ કરવા માટે એક મહત્વાકાંક્ષી પ્રોજેક્ટની શરૂઆત થઈ.

હ્યુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટ (HGP) મેગા પ્રોજેક્ટ તરીકે ઓળખાય છે. જો આ પ્રોજેક્ટના ઉદ્દેશ્યોને ધ્યાનમાં રાખીએ તો તેના વિસ્તાર અને આવશ્યકતા વિશે કલ્પના કરી શકીએ જે નીચે પ્રમાણે છે :

હ્યુમન જીનોમમાં લગભગ 3×10^9 બેઈઝ જોડ (bp) જોવા મળે છે. જો અનુક્રમ જાણવા માટે બેઈઝ જોડ દીઠ 3 US \$ ખર્ચ થાય તો સંપૂર્ણ પ્રોજેક્ટ પર ખર્ચ થવાથી રકમ સરેરાશ લગભગ 9 બિલિયન US ડોલર હશે. વળી પ્રાપ્ત અનુક્રમોને ટાઈપ કરીને અક્ષરોની જેમ પુસ્તકમાં સંગૃહીત કરવામાં આવે તો પ્રત્યેક પેજમાં 1000 અક્ષર હોય તો તે પ્રકારે આ પુસ્તકમાં 1000 પેજ હોય તો એક માનવકોષની DNAની માહિતીને ભેગી કરવા માટે 3300 પુસ્તક (ચોપડીઓ)ની જરૂરિયાત પડશે. આ પ્રકારે મોટી સંખ્યામાં આંકડાઓની પ્રાપ્તિ માટે ખૂબ જ ઝડપવાળા સંગણક સાધનની જરૂર પડશે. જેનાથી આંકડાઓનો સંગ્રહ, વિશ્લેષણ અને પુનઃ ઉપયોગમાં સહાયતા મળશે. HGP દ્વારા જીવવિજ્ઞાનમાં એક નવા ક્ષેત્રનો ઝડપથી વિસ્તાર સંભવ થઈ શક્યો જેને **બાયોઈન્ફોર્મેટિક્સ (Bioinformatics)** કહે છે.

HGPનાં લક્ષ્યાંકો (Goals of HGP)

HGPનાં કેટલાંક મહત્વનાં લક્ષ્યાંકો નીચે મુજબ છે :

- માનવના DNAમાં લગભગ 20,000–25,000 બધા જ જનીનોને ઓળખવા.
- હ્યુમન જીનોમને બનાવતી 3 બિલિયન રાસાયણિક બેઈઝ જોડના ક્રમને ઓળખવો.
- આ માહિતીને ડેટાબેઈઝ (database) સ્વરૂપે સંગૃહીત કરવી.
- માહિતીના વિશ્લેષણ માટે ઉપકરણોમાં સુધારો કરવો.
- સંબંધિત માહિતીને ઈન્ડસ્ટ્રિઝ જેવા પ્રાઈવેટ સેક્ટરમાં રૂપાંતરિત કરવી.
- પ્રોજેક્ટ સંબંધિત નૈતિક, કાયદાકીય અને સામાજિક સમસ્યાઓ (ethical, legal and social issues) (ELSI)ને સમજવી.

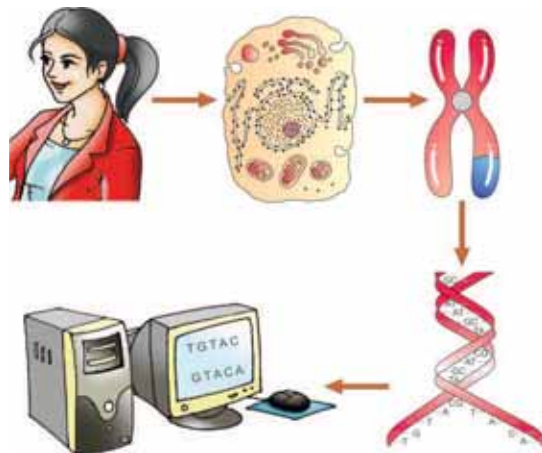
હ્યુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટ 13 વર્ષની યોજના હતી જેમાં યુ.એસ. રિપાર્ટમેન્ટ ઓફ એનર્જી અને નેશનલ ઈન્સ્ટિટ્યૂટ્સ ઓફ હેલ્થના સહયોગથી પ્રોજેક્ટ શરૂ થયો. પ્રારંભિક વર્ષોમાં વેલકમ ટ્રસ્ટ (U.K.)ની HGPમાં મુખ્ય ભાગીદારી હતી. પછી જાપાન, ફ્રાન્સ, જર્મની, ચીન અને અન્ય દેશોનો સહયોગ પ્રાપ્ત થયો. આ પ્રોજેક્ટ 2003માં પૂર્ણ થયો. વ્યક્તિઓમાં જોવા મળતી DNAની ભિન્નતા વિશે પ્રાપ્ત જાણકારીથી માનવમાં જોવા મળતી હજારો અનિયમિતતાઓ વિશે ઓળખ, સારવાર કરવા અને કેટલીક હદ સુધી તેને અટકાવવામાં સહાયતા પ્રાપ્ત થાય છે. તેનાથી વિશેષ માનવ જીવવિજ્ઞાનનાં રહસ્યોને સમજવા, માનવેતર સજીવોના DNA ક્રમોની પ્રાપ્ત જાણકારીના આધારે તેની પ્રાકૃતિક ક્ષમતાઓનો



ઉપયોગ કરી સ્વાસ્થ્ય-સુરક્ષા, કૃષિ, ઊર્જા-ઉત્પાદન અને પર્યાવરણ સુધારની દિશામાં ઉદ્ભવતા પડકારનું સમાધાન કરી શકાય છે. કેટલાક અમાનવીય-મોડલ (માનવેત્તર) સજીવો જેમકે બેક્ટેરિયા, ચીસ્ટ, *Caenorhabditis elegans* (મુક્તજીવી બિનરોગકારક સૂત્રકૃમિ), ડ્રોસોફિલા (ફળમાખી), વનસ્પતિઓ (ડાંગર અને *Arabidopsis*) વગેરેના અનુક્રમો વિશે જાણકારી પ્રાપ્ત થઈ છે.

કાર્યપ્રણાલી (Methodologies) : આ પ્રણાલીમાં બે મહત્વપૂર્ણ રીતનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. પ્રથમ પ્રયાસ એ બધા જનીનો જે RNAના સ્વરૂપમાં વ્યક્ત થાય છે તેના વિશે ધ્યાન આપવું [જેને એક્સપ્રેસ્ડ સિક્વેન્સ ટેગ્સ (Expressed Sequence Tags) ESTs કહે છે]. બીજો પ્રયાસ એ છે કે જનીનમાં જોવા મળતા બધા જીનોમના કોડિંગ અને નોન-કોડિંગ અનુક્રમોની જાણકારી પ્રાપ્ત કરી તેનાં કાર્યોને નિર્ધારિત કરવાનો છે [જેને સિક્વેન્સ એનોટેશન (Sequence Annotation) કહે છે] કોષના કુલ DNAમાં રહેલ અનુક્રમોની જાણકારી માટે પહેલા તેને અલગીકરણ કરી નાના-નાના યાદચ્છિક (random) ખંડો (યાદ કરો DNA એક ખૂબ જ લાંબો પોલિમર છે જેના કારણે DNAના લાંબા ટુકડાઓના અનુક્રમણ માટે મુશ્કેલી થાય છે) બનાવીને વિશિષ્ટ વાહકની મદદથી યજમાનમાં ક્લોનિંગ કરાવાય છે. ક્લોનિંગ પ્રત્યેક DNAના પ્રવર્ધન (amplification)માં મદદ કરે છે. જેનાથી આ અનુક્રમોની જાણકારી મળવી સરળ થઈ જાય છે. સામાન્ય રીતે ઉપયોગી યજમાન બેક્ટેરિયા અને ચીસ્ટ છે તથા વાહકો જેને BAC (Bacterial Artificial Chromosome) અને YAC (Yeast Artificial Chromosome) કહે છે.

ખંડોએ સ્વયંસંચાલિત DNA અનુક્રમક (DNA sequencers) ના ઉપયોગથી અનુક્રમિત કરવામાં આવે છે. જે ફેડરિક સેંગર દ્વારા વિકસાવેલ પ્રક્રિયાના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે. (યાદ રાખો કે પ્રોટીનમાં એમિનોએસિડના અનુક્રમોને નક્કી કરનારી ક્રિયાના વિકાસનો શ્રેય પણ સેંગરને જ પ્રાપ્ત થાય છે). આ અનુક્રમો તેમાં હાજર રહેલા કેટલાક એકબીજા પર આચ્છાદન (overlapping) કરતાં પ્રદેશના આધારે ગોઠવાય છે. આ અનુક્રમિતતા માટે આચ્છાદિત ખંડોનું નિર્માણ થવું આવશ્યક છે. આ અનુક્રમોને મનુષ્ય દ્વારા પંક્તિબદ્ધ કરવું સંભવ નથી. આ કારણથી વિશિષ્ટ કમ્પ્યુટર આધારિત પ્રોગ્રામને વિકસાવવામાં આવ્યો છે (આકૃતિ 5.15). ત્યાર પછી આ અનુક્રમોનું અર્થઘટન (annotated) કરીને તેને પ્રત્યેક રંગસૂત્રની સાથે સાંકળવામાં આવ્યા. રંગસૂત્ર 1નો અનુક્રમ મે, 2006 (આ મનુષ્યના 24 રંગસૂત્રોમાં અંતિમ હતું, 22-દૈહિક અને X અને Yના અનુક્રમ હજુ બાકી હતા)માં પૂર્ણ થયો. બીજું પડકારરૂપ કાર્ય જનીન સંકુલ (genome)નો આનુવંશિક અને ભૌતિક નકશો તૈયાર કરવાનું હતું. જે પોલિમોર્ફિસમ રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ ઓળખસ્થાન અને કેટલાક પુનરાવર્તિત



આકૃતિ 5.15 : હુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટનું નિરૂપક ચિત્ર



DNA અનુક્રમો જે માઈક્રો સેટેલાઈટ્સ (micro satellites) (પુનરાવર્તન DNA અનુક્રમોમાં પોલિમોર્ફિસમનું પ્રયોજન આગળ DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગના ભાગમાં અભ્યાસ કરીશું) તરીકે ઓળખાય છે તેની માહિતીના ઉપયોગથી થયું.

5.9.1 હુમન જીનોમનાં વિશિષ્ટ લક્ષણો (Salient Features of Human Genome)

હુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટ દ્વારા પ્રાપ્ત કેટલાંક મુખ્ય નિરીક્ષણો નીચે મુજબ છે :

- હુમન જીનોમ 3164.7 મિલિયન બેઈઝ જોડ ધરાવે છે.
- સરેરાશ જનીન 3000 બેઈઝ ધરાવે છે. જેના કદમાં અત્યંત વિભિન્નતાઓ છે. મનુષ્યનો જ્ઞાત સૌથી મોટો જનીન ડિસ્ટ્રોફિન (dystrophin)માં 2.4 મિલિયન બેઈઝ મળ્યા છે.
- જનીનની સંખ્યા 30,000 છે જે પૂર્વ અંદાજિત 80,000થી 1,40,000 જનીનથી ઘણી ઓછી છે. લગભગ બધા (99.9 %) ન્યુક્લિઓટાઈડ બેઈઝ બધા મનુષ્યમાં એક જ સરખા હોય છે.
- શોધાયેલા જનીનો પૈકી 50 % જનીનોનાં કાર્યો અજાણ છે.
- 2 % કરતાં પણ ઓછા જીનોમ પ્રોટીન માટે સંકેત કરે છે.
- હુમન જીનોમનો મોટો ભાગ પુનરાવર્તિત અનુક્રમથી જ બનેલો છે.
- પુનરાવર્તિત અનુક્રમો DNAના ફેલાયેલા ભાગ છે જેની ક્યારેક-ક્યારેક સો(શતકો)થી હજાર વખત પુનરાવૃત્તિ થાય છે. જેના વિશે એવું મનાય છે કે તેનો સીધો સાંકેતિક કાર્યોમાં કોઈ સંબંધ નથી પરંતુ તેનાથી રંગસૂત્રની સંરચના, ગતિકી અને ઉદ્વિકાસ વિશે જાણકારી પ્રાપ્ત થાય છે.
- પ્રથમ રંગસૂત્ર સૌથી વધારે જનીનો (2968) અને Y સૌથી ઓછા (231) જનીનો ધરાવે છે.
- વૈજ્ઞાનિકોએ મનુષ્યમાં લગભગ 1.4 મિલિયન જગ્યાઓ પર એકલ બેઈઝ DNA તફાવત (SNPs – Single Nucleotide Polymorphism, જેને સ્નિપ્સ (snips) કહેવામાં આવે છે)નો ખ્યાલ મેળવ્યો છે. ઉપર્યુક્ત માહિતીથી રંગસૂત્રોમાં એ જગ્યાઓ કે જે રોગ સાથે સંકળાયેલા ક્રમ અને માનવના ઇતિહાસ વિશે તપાસ મેળવવામાં સહાયક છે તેના વિશે જાણકારી એકત્ર કરવામાં ઘણો સહયોગ પ્રાપ્ત થયો.

5.9.2 પ્રયોજન અને ભાવિ પડકારો (Application and Future Challenges)

DNA અનુક્રમો દ્વારા પ્રાપ્ત અર્થપૂર્ણ જાણકારીએ તથા સંશોધનોથી આવનારા દશકોમાં જૈવિકતંત્રને સમજવામાં ઘણી સરળતા રહેશે. આ મોટા કાર્યને પૂર્ણ કરવામાં સાર્વજનિક અને પ્રાઈવેટ સેક્ટરનાં હજારો વિવિધ ક્ષેત્રોના વિશેષજ્ઞો તથા રચનાકારોની કુશળતા અને સર્જનાત્મકતાની જરૂર પડવાની છે. HG અનુક્રમોનો સૌથી મહત્વપૂર્ણ પ્રભાવ એ રહ્યો કે જૈવિક સંશોધનમાં મુખ્યત્વે નવા આયામોનો સમાવેશ થઈ શક્યો. પહેલાં સંશોધનકર્તા એક સમયે એક અથવા કેટલાક જ જનીનો વિશે અભ્યાસ કરી શકતા હતા. સમગ્ર જીનોમ અનુક્રમો અને નવી તકનીકોના આધારે ઉત્પન્ન થતા પ્રશ્નોને



વ્યવસ્થિત રીતે હલ કરવામાં હવે વ્યાપક સ્તરે સહાયતા મળી છે. તેઓ જીનોમમાં પ્રાપ્ત બધા જનીનો વિશે અભ્યાસ કરી શકે છે, ઉદાહરણ તરીકે - વિશિષ્ટ પેશીઓ અથવા અંગ અથવા ગાંઠમાં જોવા મળતાં બધાં પ્રત્યાંકનો કે જીવન રસાયણોને લયબદ્ધ કરવા માટે હજારો જનીન અને પ્રોટીન અરસપરસ જોડાયેલા તારની માફક કેવી રીતે કાર્ય કરે છે, તે જાણી શકાયું.

5.10 DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ (DNA Fingerprinting)

અગાઉના વિભાગમાં બતાવ્યા મુજબ, મનુષ્યમાં જોવા મળતા લગભગ 99.9 % બેઈઝકમ સરખા હોય છે. હ્યુમન જીનોમ 3×10^9 bp ધરાવે છે એવું માનીએ તો કેટલા બેઈઝકમમાં કેટલી ભિન્નતા રહેલી છે ? DNAના અનુક્રમમાં જોવા મળતી આ ભિન્નતા વ્યક્તિગત રીતે સ્વરૂપ પ્રકારમાં અનન્યતા બક્ષે છે કે નિર્ધારિત કરે છે. જો કોઈનો ઉદ્દેશ બે વ્યક્તિઓ વચ્ચે અથવા કોઈ વસ્તીમાં આવેલા લોકો વચ્ચે જનીનિક તફાવતનો ખ્યાલ મેળવવાનો છે તો હંમેશાં DNAનો અનુક્રમ જ્ઞાત કરવો પડશે. જે એક કઠિન તથા મોંઘું કાર્ય છે. કલ્પના કરો કે બે 3×10^9 બેઈઝ જોડ ધરાવતા બે સમૂહની વચ્ચે તુલના કરી રહ્યા છીએ. DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ કોઈ પણ બે વ્યક્તિઓ વચ્ચેના અનુક્રમોની સરખામણી કરવા માટેની ત્વરિત (ઝડપી) રીત છે.

DNA ફિંગરપ્રિન્ટમાં DNA અનુક્રમમાં આવેલા કેટલાક વિશિષ્ટ પ્રદેશો વચ્ચે જોવા મળતો તફાવત ધ્યાને લેવામાં આવે છે જેને પુનરાવર્તિત DNA (repetitive DNA) કહે છે. કારણ કે આ અનુક્રમોમાં DNAનો નાનો ભાગ વારંવાર પુનરાવૃત્ત થતો હોય છે. આ પુનરાવૃત્ત DNAને જીનોમિક DNAના સમૂહથી ડેન્સિટી ગ્રેડિયન્ટ સેન્ટ્રિફ્યુગેશન (density gradient centrifugation) દ્વારા ભિન્ન શિખર તરીકે અલગ કરાય છે. DNAનો મોટો સમૂહ એક મુખ્ય શિખર બનાવે છે. જ્યારે સાથે અન્ય નાના શિખર પણ બને છે જેને સેટેલાઈટ DNA (satellite DNA) કહે છે. બેઈઝ બંધારણ (A : T સમૃદ્ધ અથવા G : C સમૃદ્ધ), ખંડોની લંબાઈ તેમજ પુનરાવર્તિત એકમોની સંખ્યાના આધારે માઈક્રોસેટેલાઈટ, મીની-સેટેલાઈટ વગેરેમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવેલ છે. આ અનુક્રમ કોઈ પણ પ્રોટીન માટે સંકેતન કરતા નથી પરંતુ તે હ્યુમન જીનોમનો મોટો ભાગ બનાવે છે. આ અનુક્રમ ઉચ્ચ સ્તરની બહુરૂપકતા (polymorphism) પ્રદર્શિત કરે છે, જે DNA ફિંગરપ્રિન્ટનો આધાર છે. કોઈ પણ વ્યક્તિની પ્રત્યેક પેશીઓ (જેમકે રુધિર, વાળ-પુટિકા, ત્વચા, હાડકાં, લાળ, શુક્રોષ વગેરે)માંથી પ્રાપ્ત DNAમાં એકસમાન દરજ્જાની બહુરૂપકતા જોવા મળે છે. જે ફોરેન્સિક એપ્લિકેશનમાં એક ઓળખ સાધન તરીકે ઉપયોગી છે. વળી, બહુરૂપકતા પિતૃઓથી સંતતિમાં આનુવંશિક થાય છે, એટલા માટે જ્યારે પિતૃત્વ માટે વિવાદ ઊભો થાય ત્યારે DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ ઉત્તમ કસોટી છે.

DNA અનુક્રમમાં જોવા મળતી બહુરૂપકતા (polymorphism) DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગની સાથે-સાથે હ્યુમન જીનોમના આનુવંશિક નકશા તૈયાર કરવામાં પણ લાભદાયક છે. આથી આપણે DNA બહુરૂપકતા શું છે તે સમજવું જરૂરી બને છે. બહુરૂપકતા (આનુવંશિક આધાર પર વિવિધતા) વિકૃતિના કારણે ઉત્પન્ન થાય છે (યાદ કરો કે તમે પ્રકરણ 4 તથા આ પ્રકરણના આગળના ભાગોમાં વિકૃતિના વિવિધ પ્રકાર તથા તેની અસરો વિશે અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો). કોઈ પણ વ્યક્તિમાં નવી વિકૃતિ તેના દૈહિક કોષો અથવા જનન કોષો (કોષો કે જે લિંગીપ્રજનન કરતા સજીવોના જન્યુઓનું નિર્માણ કરે છે)માં ઉદ્ભવે છે. જો જનન કોષોમાં વિકૃતિ કોઈ વ્યક્તિની સંતાનોત્પતિ ક્ષમતાને ગંભીરરૂપે પ્રભાવિત ના કરે તો વિકૃતિ સ્થાનાંતરિત થાય છે જેનાથી વસ્તીના બીજા સભ્યો (લિંગીપ્રજનન દ્વારા)માં તે ફેલાય



છે. જો મનુષ્યની વસ્તીમાં 0.01થી વધારે આવૃત્તિમાં એક સ્થાનમાં એક કરતાં વધારે એલેલ હોય તો એલેલિક (આગળના પ્રકરણ 4માંથી એલેલની વ્યાખ્યા યાદ કરો) અનુક્રમની વિભિન્નતાને પરંપરાગત રૂપે DNAની બહુરૂપકતા કહે છે. સરળ શબ્દોમાં જો એક વારસાગત વિકૃતિ (**inheritable mutation**) વસ્તીમાં વધુ આવૃત્તિથી મળે છે તો તેને **DNA બહુરૂપકતા (DNA polymorphism)** કહે છે. ઉપર્યુક્ત વિવિધતાની સંભાવના નોન-કોડિંગ DNAમાં વધારે હોય છે કારણ કે આ અનુક્રમોમાં થતી વિકૃતિ વ્યક્તિની પ્રજનન-ક્ષમતાને ત્વરિત અસર કરી શકતી નથી. આથી વિકૃતિ એક પેઢીમાંથી બીજી પેઢીમાં એકત્રિત થયા કરે છે. જેના ફળસ્વરૂપે વિવિધતા / બહુરૂપકતા ઉત્પન્ન થાય છે. બહુરૂપકતા વિવિધ પ્રકારની હોય છે. જેમાં એક ન્યુક્લિઓટાઇડથી લઈને મોટા પાયે પરિવર્તન થાય છે. ઉદ્વિકાસ અથવા જાતિનિર્માણમાં આવી બહુરૂપકતાની ખૂબ મોટી ભૂમિકા છે. જેના વિશે તમે ઉચ્ચ વર્ગોમાં અભ્યાસ કરશો.

DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગની તકનીક સૌપ્રથમ એલિક જેફ્રિયસ (Alec Jeffreys) દ્વારા વિકસાવવામાં આવી. તેઓએ સેટેલાઇટ DNAને પ્રોબ (probe) સ્વરૂપમાં ઉપયોગ કર્યો. જેમાં ઘણીબધી બહુરૂપકતા હતી. તેને વેરિયેબલ નંબર ઓફ ટેન્ડમ રિપિટ્સ (**Variable Number of Tandem Repeats - VNTR**) તરીકે ઓળખીએ છીએ. તકનીક જેમકે પહેલા ઉપયોગ કરી ચૂક્યા છીએ તે સધર્ન બ્લોટ હાઇબ્રિડાઇઝેશન (southern blot hybridisation) છે, જેમાં રેડિયોલેબલ્ડ (radiolabelled) VNTRનો પ્રોબ (probe) તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. તેમાં સમાવેશ -

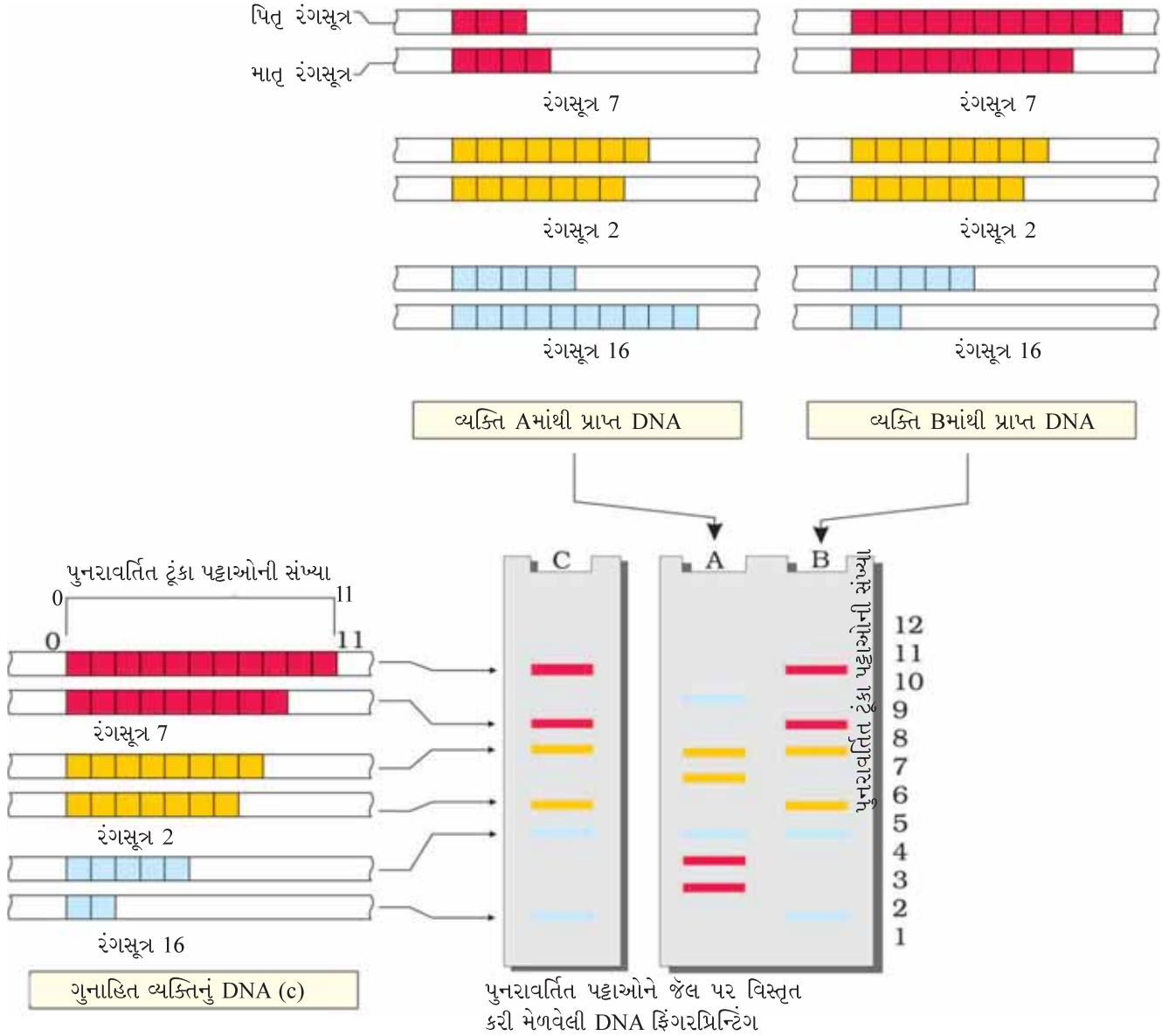
- (i) DNAનું અલગીકરણ
- (ii) રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ દ્વારા DNAનું પાયન
- (iii) ઇલેક્ટ્રોફોરેસિસ દ્વારા DNAના ખંડોનું અલગીકરણ
- (iv) અલગીકૃત DNA ખંડોનું સંશ્લેષિત પટલ જેમકે, નાઈટ્રો સેલ્યુલોઝ અથવા નાઈલોન પર સ્થળાંતરણ (blotting)
- (v) લેબલ્ડ VNTR પ્રોબનો ઉપયોગ કરીને સંકરણ અને
- (vi) ઓટોરેડિયોગ્રાફી (autoradiography) દ્વારા સંકરિત DNA ખંડોની ઓળખ કરવી.

DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગનું ચિત્રીય પ્રદર્શન આકૃતિ 5.16માં દર્શાવવામાં આવેલ છે.

VNTR સેટેલાઇટ DNAના વર્ગમાં આવે છે, જેને મીની-સેટેલાઇટ કહે છે. તેમાં એક નાનો DNA અનુક્રમ ઘણી નકલોની સંખ્યામાં અનુબદ્ધિય રીતે ગોઠવાયેલો હોય છે. કોઈ વ્યક્તિના એક રંગસૂત્રથી બીજા રંગસૂત્રમાં કોપી નંબરની સંખ્યામાં ભિન્નતા રહેલી હોય છે. પુનરાવૃત્તોની સંખ્યામાં ઘણી ઊંચી ઉચ્ચ સ્તરની બહુરૂપતા જોવા મળે છે. જેના ફળસ્વરૂપે VNTRના કદમાં પરિવર્તન થતું રહેતું હોય છે. તેનું કદ 0.1થી 20 kb (કિલો બેઇઝ)નું હોય છે. VNTR પ્રોબથી સંકરણના ફળસ્વરૂપે પ્રાપ્ત ઓટોરેડિયોગ્રામમાં વિવિધ આકારની પટ્ટીઓ જોવા મળે છે. આ પટ્ટીઓ કોઈ વ્યક્તિના DNAના વિશિષ્ટ સ્વરૂપને વ્યક્ત કરે છે (આકૃતિ 5.16). આ પટ્ટીઓ સમરૂપી કે એકયુગમક (monozygotic) જોડિઓને છોડીને કોઈ પણ વ્યક્તિગત વસ્તીમાં એક વ્યક્તિથી



બીજી વ્યક્તિમાં ભિન્ન-ભિન્ન હોય છે. પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR)નો ઉપયોગ કરીને તેની સંવેદનશીલતાને વધારી શકાય છે (PCR વિશે તમે પ્રકરણ 9માં અભ્યાસ કરશો). તેના પરિણામે કોઈ પણ એક કોષમાંથી મળતાં DNAમાંથી પર્યાપ્ત DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ વિશ્લેષણ કરી શકાય છે. ફોરેન્સિક સાયન્સ સિવાય પણ અન્ય ક્ષેત્રમાં તેનો ઉપયોગ છે જેમકે,



આકૃતિ 5.16 : DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગનું ચિત્રાત્મક પ્રદર્શન : કેટલાંક પ્રતિનિધિરૂપ રંગસૂત્રોમાં VNTRની વિવિધ નકલ સંખ્યા (કોપી-નંબર) દર્શાવવામાં આવેલી છે. સમજણની સરળતા માટે વિભિન્ન રંગયોજનાનો ઉપયોગ જેલમાં ઉપસ્થિત પ્રત્યેક પટ્ટાના ઉદ્ગમનો ખ્યાલ મેળવવા કરવામાં આવેલ છે. એક રંગસૂત્રના બે એલેલ્સ (પિતૃક અને માતૃક)માં VNTRની વિવિધ કોપી નંબર હોય છે. ગુનાહિત વ્યક્તિના DNAના પટ્ટાથી સાબિત થાય છે કે, DNAના પટ્ટાના નમૂનાઓ વ્યક્તિ Bને મળતા આવે છે પરંતુ Aને મળતાં આવતા નથી.

વસ્તી અને જનીનિક વિવિધતાના નિર્ધારણમાં. વર્તમાન સમયમાં ઘણાબધા વૈવિધ્યપૂર્ણ પ્રોબ્સનો ઉપયોગ DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ બનાવવા માટે કરવામાં આવી રહ્યો છે.



સારાંશ

ન્યુક્લિઇક એસિડ ન્યુક્લિઓટાઇડ્સનો એક લાંબો પોલિમર છે. DNA આનુવંશિક માહિતીને સંગૃહીત કરવા જ્યારે RNA મુખ્યત્વે માહિતીનું સ્થાનાંતરણ અને અભિવ્યક્તિમાં સહાય કરે છે. DNA અને RNA બંને આનુવંશિક દ્રવ્ય તરીકે કામ કરે છે. પરંતુ DNA રાસાયણિક અને બંધારણની દૃષ્ટિએ વધુ સ્થાયી હોવાથી શ્રેષ્ઠ આનુવંશિક દ્રવ્ય છે. આમ છતાં, પણ RNA સૌથી પહેલાં વિકસિત થયો અને જ્યારે DNA એ RNAમાંથી પ્રાપ્ત થયો. DNAની બેવડી કુંતલમય સંરચનાની વિશિષ્ટતા તેની વિરુદ્ધ શૃંખલામાં બેઠઝની વચ્ચે આવેલા હાઇડ્રોજનબંધ છે. નિયમાનુસાર એડેનીન થાયમીન સાથે બે હાઇડ્રોજનબંધ વડે જોડાય છે, જ્યારે ગ્વાનીન અને સાયટોસિન ત્રણ હાઇડ્રોજનબંધથી જોડાયેલા હોય છે. તેનાથી એક શૃંખલા બીજી શૃંખલાને પૂરક હોય છે. DNAનું સ્વયંજનન અર્ધરૂઢિગત હોય છે. આ પ્રક્રિયા પૂરક હાઇડ્રોજનબંધ દ્વારા નિર્દેશિત થાય છે. સાધારણ રીતે કહેવામાં આવે તો DNAનો એ ખંડ જે RNAનું સંકેતન કરે છે તેને જનીન કહે છે. પ્રત્યાંકન દરમિયાન પણ DNAની એક શૃંખલા ટેમ્પલેટ સ્વરૂપે કામ કરીને તે પૂરક RNAનું સંશ્લેષણ કરે છે. જે બેક્ટેરિયામાં પ્રત્યાંકિત mRNA સક્રિય હોય છે અને તે સીધો જ ભાષાંતર પામે છે. સુકોષકેન્દ્રીમાં, જનીન વિખંડિત હોય છે. કોડિંગ અનુક્રમો એક્સોનની વચ્ચે નોનકોડિંગ અનુક્રમો ઇન્ટ્રોન્સ જોવા મળે છે. ઇન્ટ્રોન્સને દૂર કરી એક્સોન સ્પ્લિસિંગ દ્વારા એકબીજા સાથે જોડાઈને સક્રિય RNAનું નિર્માણ કરે છે. mRNAમાં જોવા મળતાં બેઠઝ ક્રમોને ત્રણના સમૂહમાં વંચાય છે (ત્રિઅક્ષરીય આનુવંશિક સંકેતનું નિર્માણ) જે એક એમિનોએસિડનું સંકેતન કરે છે. tRNA દ્વારા આનુવંશિક સંકેતોને પૂરકતાના સિદ્ધાંત દ્વારા વાંચી શકાય છે જે એક અનુકૂલક અણુના રૂપે કાર્ય કરે છે. પ્રત્યેક એમિનોએસિડ માટે વિશિષ્ટ tRNA આવેલા હોય છે. tRNA વિશિષ્ટ એમિનોએસિડને પોતાના એક છેડા સાથે જોડીને mRNA પર સ્થિત સંકેત સાથે પોતાના પ્રતિસંકેત દ્વારા હાઇડ્રોજનબંધ બનાવીને જોડાય છે. ભાષાંતર સ્થાન (પ્રોટીન સંશ્લેષણ) રિબોઝોમ છે, જે mRNA સાથે જોડાઈને એમિનોએસિડ્સને જોડવા માટે જગ્યા પૂરી પાડે છે. કોઈ એક rRNA પેપ્ટાઇડબંધ બનાવવા માટે ઉત્પ્રેરકનું કામ કરે છે. જે એક RNA ઉત્સેચક (રિબોઝાઇમ)નું ઉદાહરણ છે. ભાષાંતર એ એક પ્રક્રિયા છે જેનો વિકાસ RNAની આસપાસ થયો છે જે એ વાતનું સૂચક છે કે જીવનનો ઉદ્ભવ RNAમાંથી થયો છે. કેમકે પ્રત્યાંકન અને ભાષાંતર શક્તિની દૃષ્ટિએ ખર્ચાળ પ્રક્રિયા છે. આથી તે યુસ્તતાપૂર્વક નિયમન પામતી હોય છે. પ્રત્યાંકનનું નિયમન જનીન અભિવ્યક્તિના નિયમનનું પ્રથમ ચરણ છે. બેક્ટેરિયામાં એકથી વધારે જનીન એવી રીતે અરસપરસ ગોઠવાયેલા હોય છે કે તે એક એકમ સ્વરૂપે હોય છે જેને ઓપેરોન કહે છે. લેક-ઓપેરોન બેક્ટેરિયા મૂળભૂત ઓપેરોન છે. જે લેકટોઝ ચયાપચય માટેના જનીનમાં સંકેતન માટે જવાબદાર છે. ઓપેરોનનું નિયમન સંવર્ધન માધ્યમમાં ઉપસ્થિત લેકટોઝની માત્રા પર આધાર રાખે છે. જ્યાં બેક્ટેરિયાની વૃદ્ધિ થાય છે. આ કારણે આવા પ્રકારના નિયમનને પ્રક્રિયક દ્વારા ઉત્સેચક સંશ્લેષણના નિયમન સ્વરૂપે પણ જોઈ શકાય છે.

હ્યુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટ એક મોટો પ્રોજેક્ટ હતો. જેનો ઉદ્દેશ માનવ જીનોમમાં આવેલ બધા જ બેઠઝનું અનુક્રમ કરવાનો હતો. આ પ્રોજેક્ટથી ઘણીબધી નવી માહિતી પ્રાપ્ત થઈ. આ પ્રોજેક્ટના ફળ સ્વરૂપે ઘણા નવા ક્ષેત્ર અથવા અવસરોના માર્ગ ખુલ્લા થયા. DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ એક તકનિક છે જેમાં DNAના સ્તરે એક વસ્તીમાં આવેલા વિવિધ લોકો વચ્ચે રહેલ વિવિધતાનો ખ્યાલ આવે છે. આ DNA અનુક્રમમાં બહુરૂપતાના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે. તેનો ફોરેન્સિક સાયન્સ, જનીનિક જૈવવિવિધતા અને ઉદ્વિકાસીય જીવવિજ્ઞાનમાં ઉપયોગ છે.



સ્વાધ્યાય

- નીચે આપેલને નાઈટ્રોજન બેઈઝ અને ન્યુક્લિઓસાઈડમાં વર્ગીકૃત કરો :
એડેનીન, સાઈટીડિન, થાયમીન, ગ્વાનોસિન, યુરેસીલ અને સાયટોસિન.
- જો બેવડી શૃંખલામય DNAમાં 20 % સાયટોસિન હોય, તો DNAમાં રહેલ એડેનીનની ટકાવારીની ગણતરી કરો.
- જો DNAની એક શૃંખલાનો અનુક્રમ નીચે મુજબ છે :
5'-ATGCATGCATGCATGCATGCATGC-3'
તો પૂરક શૃંખલાનો અનુક્રમને 5' → 3' દિશામાં લખો.
- જો પ્રત્યાંકન એકમમાં સાંકેતિક શૃંખલાનો અનુક્રમને નીચે પ્રમાણે લખવામાં આવેલ છે :
5'-ATGCATGCATGCATGCATGCATGC-3'
તો mRNAનો અનુક્રમ લખો.
- બેવડી કુંતલમય DNAની કઈ વિશિષ્ટતાએ વોટ્સન અને ક્રિકને DNA સ્વયંજનનના અર્ધરૂઢિગત સ્વરૂપને કલ્પિત કરવામાં સહયોગ કર્યો ? સમજાવો.
- ટેમ્પલેટ (DNA અથવા RNA)ની રાસાયણિક પ્રકૃતિ અને તેમાંથી (DNA અથવા RNA) સંશ્લેષિત ન્યુક્લિઈક એસિડની પ્રકૃતિના આધારે ન્યુક્લિઈક એસિડ પોલિમરેઝના વિવિધ પ્રકારની યાદી બનાવો.
- DNA આનુવંશિક દ્રવ્ય છે તેને સિદ્ધ કરવા માટે પોતાના પ્રયોગ દરમિયાન હર્શી અને ચેઈઝે DNA અને પ્રોટીન વચ્ચે કેવી રીતે ભેદ સ્થાપિત કર્યો ?
- નીચેના વચ્ચે ભેદ સ્પષ્ટ કરો :
(a) પુનરાવર્તિત DNA અને સેટેલાઈટ DNA
(b) mRNA અને tRNA
(c) ટેમ્પલેટ શૃંખલા અને કોડિંગ શૃંખલા
- ભાષાંતર દરમિયાન રિબોઝોમની બે મુખ્ય ભૂમિકાઓ જણાવો.
- ઈ. કોલાઈ (*E.coli*) જે સંવર્ધનમાં વૃદ્ધિ પામી રહ્યા છે તેમાં લેક્ટોઝ ઉમેરવાથી લેક-ઓપેરોન ઉત્પ્રેરિત થાય છે, તો પછી શા માટે સંવર્ધનમાં થોડા સમય બાદ લેક્ટોઝ ઉમેરવાથી લેક-ઓપેરોન કાર્ય કરવાનું કેમ બંધ કરી દે છે ?
- નીચેનાનાં કાર્યોનું વર્ણન કરો (એક અથવા બે વાક્યમાં) :
(a) પ્રમોટર
(b) tRNA
(c) એક્સોન
- શા માટે હ્યુમન જીનોમ પ્રોજેક્ટ મેગા પ્રોજેક્ટ તરીકે ઓળખાય છે ?
- DNA ફિંગરપ્રિન્ટિંગ શું છે ? તેનું પ્રયોજન જણાવો.
- નીચે આપેલને સંક્ષિપ્તમાં વર્ણવો :
(a) અનુલેખન
(b) બહુરૂપકતા
(c) ભાષાંતર
(d) બાયોઈન્ફોર્મેટિક્સ



પ્રકરણ 6

ઉદ્વિકાસ (Evolution)



- 6.1 જીવની ઉત્પત્તિ
- 6.2 જીવંત સ્વરૂપોનો ઉદ્વિકાસ-
એક વાદ (સિદ્ધાંત)
- 6.3 ઉદ્વિકાસ માટેના પુરાવાઓ
શું છે ?
- 6.4 અનુકૂલિત પ્રસરણ શું છે ?
- 6.5 જૈવિક ઉદ્વિકાસ
- 6.6 ઉદ્વિકાસની ક્રિયાવિધિ
- 6.7 હાર્ડી-વેઈનબર્ગ સિદ્ધાંત
- 6.8 ઉદ્વિકાસનો સંક્ષિપ્ત અહેવાલ
- 6.9 માનવની ઉત્પત્તિ અને
ઉદ્વિકાસ

ઉદ્વિકાસીય જીવવિજ્ઞાન એ જીવન સ્વરૂપોના પૃથ્વી ઉપરના ઇતિહાસનો અભ્યાસ છે. વાસ્તવિક રીતે ઉદ્વિકાસ શું છે ? લાખો (મિલિયન-millions) વર્ષોથી પૃથ્વી ઉપર વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓમાં થતાં ફેરફારો સમજવા માટે, આપણે જીવની ઉત્પત્તિ સંદર્ભે સમજ કેળવવી જરૂરી છે, એટલે કે પૃથ્વી, તારા અને છેક સ્વયં બ્રહ્માંડનો ઉદ્વિકાસ. લાંબી લાંબી અટકળબાજીઓ (અર્થઘટનો) અને પૂર્ણ કાલ્પનિક (અનુમાનિત) વાર્તાનો ક્રમ સાંભળવામાં આવે છે. આ ગાથા પૃથ્વીના ઉદ્વિકાસના સંદર્ભમાં અને બ્રહ્માંડના ઉદ્વિકાસની પૃષ્ઠ ભૂમિની સાથે જીવનની ઉત્પત્તિ અને જીવન-સ્વરૂપો અથવા જૈવવિવિધતાના ઉદ્વિકાસની છે.

6.1 જીવની ઉત્પત્તિ (Origin of Life)

જ્યારે આપણે રાત્રે ખુલ્લા આકાશમાં તારાઓ જોઈએ છીએ ત્યારે આપણે વિતેલા સમયને જોઈએ છીએ. તારાઓ વચ્ચેનું અંતર પ્રકાશવર્ષમાં માપવામાં આવે છે. આપણે આજે જે વસ્તુઓ જોઈ રહ્યાં છીએ તે એવી વસ્તુ (object) છે કે જેમાંથી પ્રસ્ફુરિત પ્રકાશની યાત્રા લાખો વર્ષો પહેલાં શરૂ થયેલી અને તે આપણાથી અબજો (trillions) (10^{12}) કિલોમીટર દૂર છે અને ત્યાંથી હાલ આપણી આંખ સુધી પહોંચી રહ્યા છે. જોકે આપણે આપણી આસપાસની વસ્તુઓ જોઈએ છીએ તો તે તરત દેખાય છે કારણ કે તે વર્તમાનકાળની છે. તેથી જ આપણે જ્યારે તારાઓ જોઈએ છીએ ત્યારે આપણને વર્ષો પહેલાંની ઝાંખી થાય છે.

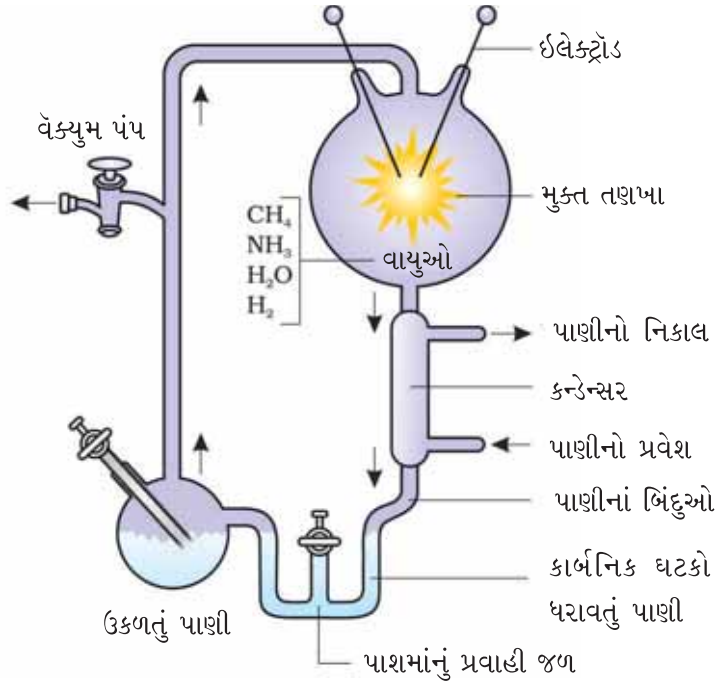
જીવની ઉત્પત્તિ બ્રહ્માંડના ઇતિહાસમાં એક વિશિષ્ટ ઘટના માનવામાં આવે છે. બ્રહ્માંડ વિશાળ છે. તેના સંદર્ભમાં કહીએ તો પૃથ્વી એક કણ માત્ર છે. બ્રહ્માંડ



લગભગ 20 બિલિયન (billion) વર્ષ જૂનું છે. બ્રહ્માંડમાં ઘણીબધી આકાશગંગાઓ (galaxies) આવેલી છે. આકાશગંગાઓ તારાઓ, વાયુઓ અને ધૂળના વાદળો ધરાવે છે. ખરેખર તો પૃથ્વી એ બ્રહ્માંડમાં કણ સ્વરૂપે છે. ‘બીગબેંગ વાદ’ આપણને બ્રહ્માંડની ઉત્પત્તિ સમજાવવાનો પ્રયત્ન કરે છે. આ એક વિશાળ અકલ્પ્ય ભૌતિક વિસ્ફોટ છે. બ્રહ્માંડ વિસ્તર્યું અને પરિણામે તાપમાન ઓછું થયું. હાઈડ્રોજન અને હિલિયમ થોડા સમય બાદ સર્જાયા. આ વાયુઓ ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે એકઠા થયા અને પ્રવર્તમાન બ્રહ્માંડની આકાશગંગાઓ અસ્તિત્વમાં આવી. મિલ્કી વે (દૂધગંગા-milky way) નામની આકાશગંગાના સૌરમંડળમાં 4.5 બિલિયન વર્ષ પહેલાં પૃથ્વીની રચના થઈ હોવાનું મનાય છે. શરૂઆતમાં પૃથ્વી પર વાતાવરણ નહોતું, પીગળેલા જથ્થામાંથી મુક્ત થયેલા પાણીની બાષ્પ (વરાળ), મિથેન, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ તથા એમોનિયા એ સપાટીને ઢાંકી સૂર્યમાંથી આવતા UV કિરણોએ પાણીને હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજનમાં વિખંડિત કર્યા અને હલકો H_2 વાયુ મુક્ત થયો. એમોનિયા અને મિથેન સાથે ઓક્સિજન જોડાઈને પાણી, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ તથા અન્ય સંયોજનોની રચના કરી. ઓઝોન સ્તરનું નિર્માણ થયું. જ્યારે પૃથ્વી ઠંડી થઈ ત્યારે પાણીની બાષ્પ વરસાદ સ્વરૂપે પડી, પૃથ્વી પર આવેલા ખાડાઓમાં પાણી એકઠું થયું અને આ રીતે મહાસાગરોનું નિર્માણ થયું. પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ બાદ 500 મિલિયન વર્ષો બાદ પૃથ્વી ઉપર જીવ દૃશ્યમાન થયો એટલે કે લગભગ 4 બિલિયન વર્ષ પહેલાં.

શું જીવન બહારના અંતરિક્ષમાંથી આવ્યું છે ? કેટલાક વૈજ્ઞાનિકો માને છે કે, તે બહારથી જ આવ્યું છે. પહેલાંના ગ્રીક વિચારકો માને છે કે જીવના એકમો જેને સ્પોર્સ (બીજાણુઓ) કહે છે જે પૃથ્વી સહિતના વિવિધ ગ્રહોમાં સ્થળાંતરિત થયા. ‘પેનસ્પર્મિયા’ હજુ પણ અમુક ખગોળશાસ્ત્રીઓનો માન્ય વિચાર છે. ઘણા સમય સુધી એવું પણ માનવામાં આવતું કે જીવ સડતી અને કોહવાતી વસ્તુઓ જેવી કે ઘાસ અને કાદવમાંથી ઉત્પન્ન થયા છે. આ સ્વયંસ્ફુરિત જનનવાદ હતો. લૂઈ પાશ્ચરે સાવધાનીપૂર્વક પ્રયોગો કર્યા અને સાબિત કર્યું કે જીવ પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા જીવમાંથી જ ઉત્પન્ન થાય છે. તેમણે જોયું કે જંતુરહિત ફ્લાસ્કમાં મૃત યીસ્ટને રાખવામાં આવે તો નવો જીવ પેદા થતો નથી. જ્યારે બીજા ફ્લાસ્કમાં ખુલ્લી હવા દાખલ થતાં મૃત યીસ્ટમાંથી નવો સજીવ ઉદ્ભવતો જોવા મળે છે. સ્વયંસ્ફુરિત જનનવાદને કાયમી અવગણવામાં આવ્યો છે. આ બધી વાતોથી એ પ્રશ્નનો જવાબ મળતો નથી કે પૃથ્વી પર સૌપ્રથમ જીવ કેવી રીતે અસ્તિત્વમાં આવ્યો.

રશિયાના વૈજ્ઞાનિક ઓપેરિન (Oparin) તથા ઈંગ્લેન્ડના વૈજ્ઞાનિક હાલ્ડેને (Haldane) દર્શાવ્યું કે પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા અજૈવ કાર્બનિક અણુઓ (ઉદાહરણ : RNA, પ્રોટીન વગેરે)માંથી પ્રથમ જીવન આવ્યું હોવું જોઈએ. જીવની રચના રાસાયણિક ઉદ્વિકાસ પછી નિર્માણ પામેલ હશે, એટલે કે અકાર્બનિક અણુઓના એકત્રીકરણથી કાર્બનિક દ્રવ્યો અસ્તિત્વમાં આવ્યા હશે. તે સમયે પૃથ્વી પરની પરિસ્થિતિ ખૂબ ઊંચાં તાપમાનવાળી, જવાળામુખીનાં તોફાનોવાળી, વાતાવરણ અવનત (reducing) પ્રકારનું જેમાં મિથેન, એમોનિયા વગેરે હતા. ઈ. સ. 1953માં એસ. એલ. મિલર (S. L. Miller) નામના અમેરિકન વૈજ્ઞાનિકે પૃથ્વીનાં આદિ વાતાવરણ જેવી જ સ્થિતિ પ્રયોગશાળામાં નિર્માણ કરી (આકૃતિ 6.1). તેમણે બંધ ફ્લાસ્કમાં CH_4 , H_2 , NH_3 અને પાણીની વરાળને $800^{\circ}C$ તાપમાને મિશ્ર કરી ઇલેક્ટ્રોડ ગોઠવી વિદ્યુતઊર્જા મુક્ત કરાવી. તેમણે જોયું કે તેમાં એમિનોએસિડનું નિર્માણ થયું હતું. આવું જ બીજા વૈજ્ઞાનિકોના આ પ્રકારના પ્રયોગોમાં જોવા મળ્યું. તેમાં શર્કરા, નાઈટ્રોજન બેઈઝ, રંજકદ્રવ્ય અને ચરબીનું નિર્માણ થયું. પૃથ્વી પર પડેલ ઉલ્કાઓનું પૃથક્કરણ કરતાં આવાં દ્રવ્યો તેમાં પણ મળી આવે છે જે દર્શાવે છે કે કદાચ અવકાશમાં પણ આવી જ ક્રિયા થતી હોવી જોઈએ. આવા મર્યાદિત પુરાવા સાથે રાસાયણિક ઉદ્વિકાસની વાતને વધતા કે ઓછા પ્રમાણમાં પ્રથમ સંકલ્પના તરીકે સ્વીકારેલ છે.



આકૃતિ 6.1 : મિલરના પ્રયોગનું રેખાકીય નિરૂપણ

આપણને ખ્યાલ નથી કે સૌપ્રથમ સ્વયં વિભાજન પામી શકે તેવા જીવનના ચયાપચયિક બીજકોષો (metabolic capsule) કઈ રીતે ઉદ્ભવ્યા હશે. પ્રથમ અકોષીય (non-cellular) જીવ 3 બિલિયન વર્ષ પહેલાં ઉત્પન્ન થયો હશે એવું માનવામાં આવે છે. તે મોટો અણુ હોવો જોઈએ (RNA, પ્રોટીન, પોલીસેકેરાઇડ વગેરે). તેઓ કદાચ બીજકોષ (capsules) સ્વરૂપમાં પોતાની રીતે પ્રજનન કરતા હોવા જોઈએ. 2000 મિલિયન વર્ષ પહેલાં સુધી પ્રથમ કોષીય જીવની ઉત્પત્તિ થયેલ નથી. મોટે ભાગે તેઓ એકકોષીય હતા. બધાં જ જીવંત સ્વરૂપો પાણીના વાતાવરણમાં જ હતાં. આમ, જૈવજનન પ્રમાણે અજૈવિક અણુઓમાં ધીમે-ધીમે ઉદ્વિકાસની પ્રક્રિયા થઈ, પ્રથમ જીવંત કોષ અસ્તિત્વમાં આવ્યો હશે તેવું મોટે ભાગે બધા જ સ્વીકારે છે. કઈ રીતે પ્રથમ કોષીય જીવમાંથી હાલનું જટિલ જૈવ-વૈવિધ્ય અસ્તિત્વમાં આવ્યું હશે તે રસપ્રદ વાત છે. તેની ચર્ચા નીચે કરેલ છે :

6.2 જીવંત સ્વરૂપોનો ઉદ્વિકાસ – એક વાદ (સિદ્ધાંત) (Evolution of Life Forms – A Theory)

રૂઢિગત ધાર્મિક સાહિત્ય આપણને વિશિષ્ટ સર્જનવાદ વિશે જણાવે છે. આ સિદ્ધાંત પ્રમાણે ત્રણ શક્યતાઓ છે : પ્રથમ શક્યતા મુજબ આજે જોવા મળતા બધા જ સજીવો (species or types) આ જ સ્વરૂપે ઉત્પન્ન થયેલા હોવા જોઈએ. બીજી શક્યતા મુજબ ઉત્પત્તિ સમયે જેવી જૈવ-વિવિધતા પહેલાં હતી તેવી જ ભવિષ્યમાં પણ રહેશે. ત્રીજી શક્યતા મુજબ પૃથ્વી લગભગ 4000 વર્ષ જૂની છે. આ બધા જ વિચારોને 19મી સદીમાં સખત રીતે પડકારવામાં આવેલા. આ વિચારો એચ.એમ.એસ. બીગલ નામના સમુદ્રી જહાજમાં વિશ્વભરની સમુદ્રી સફર દરમિયાન ચાર્લ્સ ડાર્વિન (Charles Darwin)નાં અવલોકનો પર આધારિત છે. તેમણે તારણ કાઢ્યું કે પૃથ્વી પરના સજીવો માત્ર એકમેક સાથે સમાનતા દર્શાવે છે તેવું નથી પણ વર્ષો પહેલાંના સજીવો સાથે પણ તેમની સમાનતા છે. આમાંના ઘણા સજીવો લુપ્ત થયેલા છે. પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં વિવિધ સમયગાળામાં અમુક સજીવો લુપ્ત થયેલા



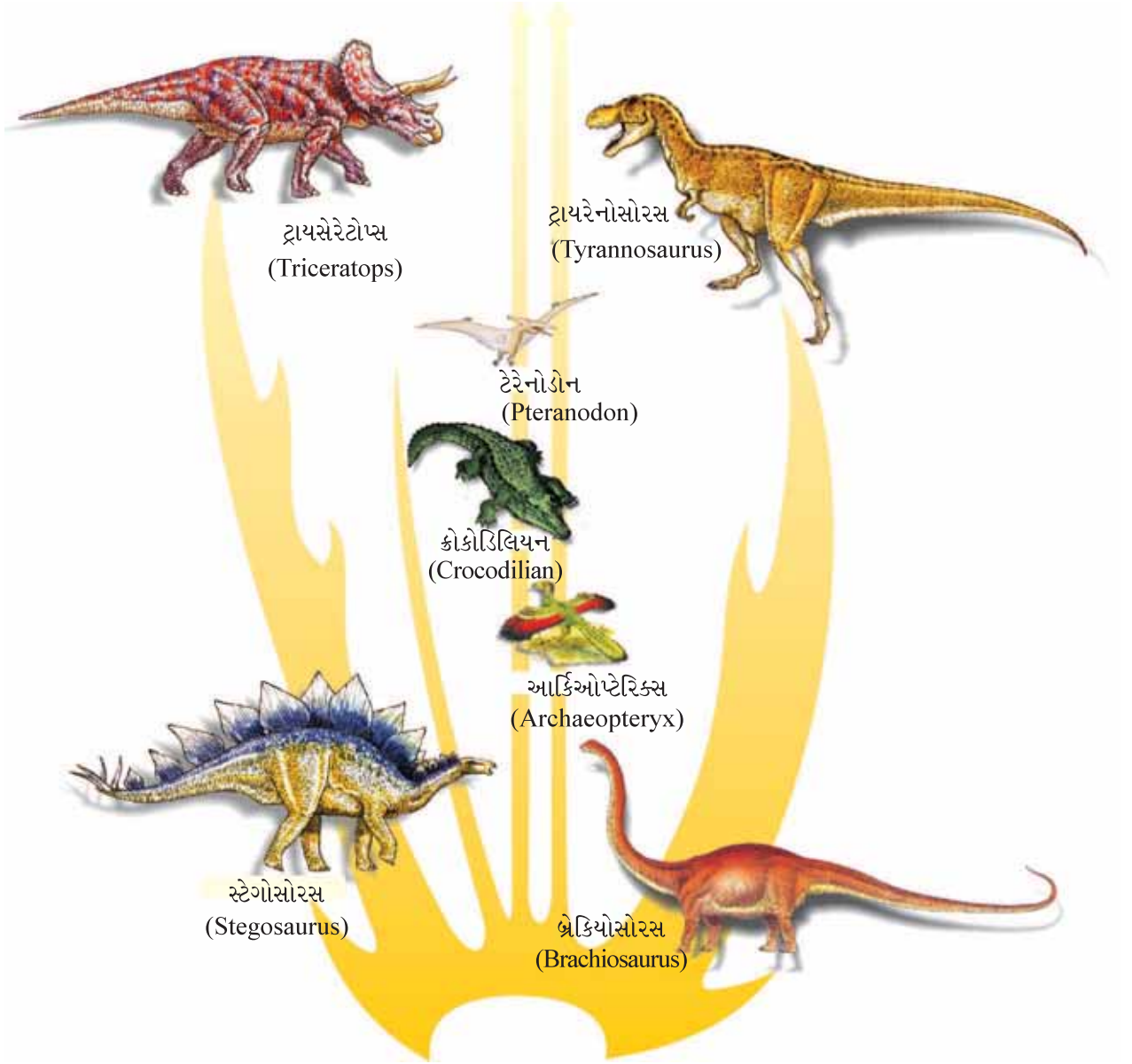
છે જેની સામે અમુક નવા પણ ઊતરી આવેલાં છે. જીવ સ્વરૂપો ક્રમશઃ ઉદ્વિકાસ પામેલા છે. કોઈ પણ વસ્તી લક્ષણોમાં રહેતી વિવિધતાને લીધે સ્થાયી છે. એવી લાક્ષણિકતાઓ કે જે કેટલાકને પ્રાકૃતિક પરિસ્થિતિ (હવામાન, ખોરાક, ભૌતિક ઘટકો વગેરે)માં વધુ સારી રીતે ટકી રહેવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. આ પરિસ્થિતિ ઓછા સક્ષમ હોય તેવાને પાછળ રાખી દે છે. આ માટે બીજો શબ્દ યોગ્ય છે જે વ્યક્તિગત અથવા વસ્તી માટે વાપરી શકાય. જે વસ્તીની યોગ્યતા સારી તે પૃથ્વી પર ટકી શકે. આખરે ડાર્વિનના મતે યોગ્યતા એટલે ફક્ત પ્રજનન યોગ્યતા. તેથી જેઓ પર્યાવરણમાં સારી યોગ્યતા કેળવે છે, તેઓ બીજા કરતાં વધુ સંતતિ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. તેથી તે વધુ સમય ટકી શકે અને કુદરત તેને પસંદ કરે, જેને તેમણે નૈસર્ગિક પસંદગી કહી. જે ઉદ્વિકાસની એક પ્રક્રિયા છે. ચાલો, આપણે પ્રકૃતિવિદ્ આલ્ફ્રેડ વાલેસ (Alfred Wallace)ને યાદ કરીએ કે જેમણે આજ સમયે મલય-આર્કિપેલાગો ક્ષેત્રમાં કાર્ય કરી આવું જ તારણ આપ્યું. સમય પસાર થતો ગયો તેમ- તેમ દેખીતી રીતે નવા પ્રકારના સજીવો અસ્તિત્વમાં આવતા ગયા. હાલમાં, અસ્તિત્વ ધરાવતા બધા જ સજીવોમાં સમાનતા જોવા મળે છે અને બધા જ પૂર્વજો સામાન્ય છે. તેમ છતાં આ પૂર્વજો પૃથ્વીના ઇતિહાસના વિવિધ સમયે હાજર હતા [પ્રકલ્પીયુગ (epochs), સમય અને કલ્પ યુગો (eras)]. પૃથ્વીનો ભૂસ્તરિય ઇતિહાસ એ પૃથ્વીના જૈવિક ઇતિહાસ સાથે ખૂબ જ સમાનતા દર્શાવે છે. અંતે સામાન્ય શક્ય તારણ એ છે કે પૃથ્વી ખૂબ જૂની છે. અગાઉના વિચારો મુજબ તે હજારો વર્ષો જૂની નહિ, પરંતુ તે અબજો (બિલિયન-billions) વર્ષ જૂની છે.

6.3 ઉદ્વિકાસ માટેના પુરાવાઓ શું છે ? (What are the Evidences for Evolution ?)

પૃથ્વી પર જીવોનો ઉદ્વિકાસ થયો તે વાતના પુરાવા ઘણી દિશામાંથી પ્રાપ્ત થયા છે. અશ્મિઓ ખડકોમાં રહેલ જીવન સ્વરૂપોના સખત ભાગો છે. ખડકો, કાંપ (સેન્દ્રિય તત્ત્વો) (sediments)નું નિર્માણ કરે છે અને પૃથ્વીના સ્તરોનો છેદ એ સંકેત આપે છે કે સેન્દ્રિય તત્ત્વોની એક સ્તર ઉપર બીજા સ્તરની ગોઠવણી પૃથ્વીના લાંબા ઇતિહાસ દરમિયાનની છે. વિવિધ વયના અવસાદી ખડકો ભિન્ન જીવન સ્વરૂપોના અશ્મિઓ ધરાવે છે કે જે લગભગ આ ખાસ ખડકોના નિર્માણ દરમિયાન મૃત્યુ પામ્યા હશે. તેમાંના કેટલાક આધુનિક સજીવો સાથે સરખાપણું દર્શાવે છે (આકૃતિ 6.2). તેઓ લુપ્ત સજીવોનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે (ઉદાહરણ : ડાયનોસોર). વિવિધ અવસાદી સ્તરોના અશ્મિઓનો અભ્યાસ તે સમયે અસ્તિત્વ ધરાવતા સજીવોની ભૂશાસ્ત્રીય અવધિ દર્શાવે છે. આ અભ્યાસ દર્શાવે છે કે, જીવન-સ્વરૂપોમાં સમય સાથે બદલાવ થાય છે અને કેટલાંક જીવ સ્વરૂપો અમુક ભૂશાસ્ત્રીય સમયગાળા સુધી ફેરફાર પામતા નથી. તેથી પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં જુદા-જુદા સમયે જીવનાં નવાં સ્વરૂપો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં છે. આ બધાંને અશ્મિવિદ્યાકીય (paleontological) પુરાવા કહે છે. શું તમને યાદ છે કે અશ્મિઓની ઉંમરની ગણતરી કેવી રીતે કરવી ? શું તમે રેડિયો ઍક્ટિવ-ડેટિંગની પદ્ધતિ અને પ્રક્રિયા પાછળના સિદ્ધાંતોને યાદ કરો છો ?

ઉદ્વિકાસનો ગર્ભવિદ્યાકીય આધાર અર્ન્સ્ટ હેકલે (Ernst Haeckel) પણ આપ્યો, તેનાં અવલોકનોને આધારે બધા પૃષ્ઠવંશીઓમાં કેટલાંક લક્ષણો ગર્ભીય તબક્કા દરમિયાન સમાન હોય છે, પણ પુખ્તમાં ગેરહાજર હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે માનવ સહિતના બધા જ પૃષ્ઠવંશીઓના ગર્ભમાં શીર્ષની પાછળ અવશિષ્ટ ઝાલર ફાટની પંક્તિ (હરોળ) વિકસે છે પરંતુ તે ફક્ત મત્સ્યમાં જ કાર્યરત હોય છે, અન્ય પુખ્ત પૃષ્ઠવંશીઓમાં નહિ. જોકે, આ દરખાસ્ત કાર્લ અર્ન્સ્ટ વોન બાયર (Karl Ernst Von Baer) દ્વારા કરવામાં આવેલા કાળજીપૂર્વકના અભ્યાસમાં નકારી કાઢવામાં આવી હતી. તેમણે નોંધ્યું હતું કે ગર્ભ અન્ય પ્રાણીઓના પુખ્ત તબક્કાઓમાંથી ક્યારેય પસાર થતો નથી.

તુલનાત્મક અંતઃસ્થવિદ્યા અને બાહ્યકારવિદ્યા હાલના અને તે કે જે અગાઉનાં વર્ષોમાં અસ્તિત્વમાં હતા તેવા સજીવો વચ્ચે સમાનતા અને જુદાપણું દર્શાવે છે. આ સમાનતાઓ પરથી નક્કી કરી શકાય કે સમાન



આકૃતિ 6.2 : ડાયનોસોરનું વંશાવલી વૃક્ષ અને તેમને મળતા આજકાલના સજીવો જેવા કે મગર અને પક્ષીઓ

પૂર્વજોમાંથી હાલના જીવો ઊતરી આવ્યા હશે કે કેમ. ઉદાહરણ તરીકે વેલ, ચામાચીડિયાં, ચિત્તા અને માનવ (બધા સસ્તનો)માં અગ્ર ઉપાંગનાં અસ્થિઓની ભાતમાં સમાનતા જોવા મળે છે (આકૃતિ 6.3 (b)). આમ છતાં આ પ્રાણીઓમાં અગ્ર ઉપાંગો ભિન્ન કાર્યો કરે છે, તેઓ અંતઃસ્થ રચનાકીય સમાનતા ધરાવે છે. આ બધામાં તેમના અગ્ર ઉપાંગમાં ભૂજાસ્થિ, અરીયાસ્થિ, પ્રકોષ્ઠાસ્થિ, મણિબંધાસ્થિઓ, પશ્ચમણિબંધાસ્થિઓ અને અંગુલ્યાસ્થિઓ હોય છે. આમ, આ પ્રાણીઓમાં એકસરખા બંધારણ (રચના) ધરાવતાં અંગોનો વિકાસ થયો પરંતુ તે જુદી-જુદી દિશામાં અને તેની જુદી-જુદી જરૂરિયાત મુજબ અનુકૂલિત થયા. આ અપસારી ઉદ્વિકાસ (divergent evolution) અને આ રચનાઓ સમમૂલક કે રચનાસદેશ (homologous) છે. સમમૂલકતા સમાન પૂર્વજો નિર્દેશિત કરે છે. અન્ય ઉદાહરણોમાં પૃષ્ઠવંશીઓના હૃદય અને મગજ છે. વનસ્પતિઓમાં પણ બોગનવેલ



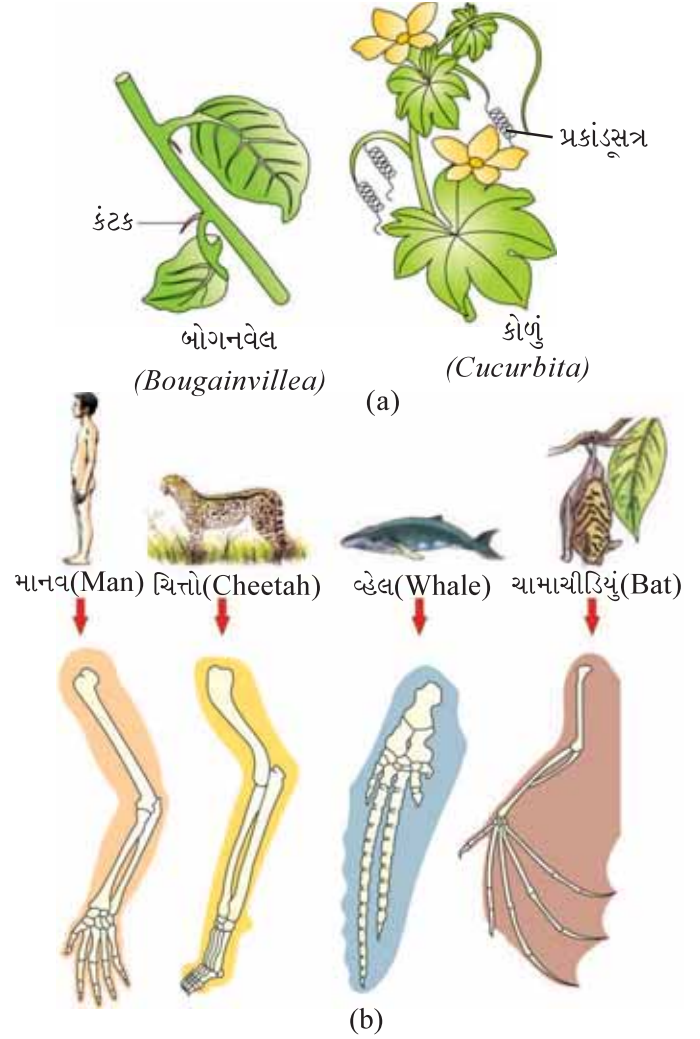
(*Bougainvillea*)ના કંટક અને કોળા (*Cucurbita*)ના પ્રકાંડસૂત્ર રચનાસદૃશ અંગો છે (આકૃતિ 6.3 (a)). રચના સદૃશતા અપસારી ઉદ્વિકાસ આધારિત છે. જ્યારે કાર્યસદૃશતા બિલકુલ વિપરિત સ્થિતિ દેખાડે છે. પતંગિયા અને પક્ષીની પાંખ સરખી દેખાય છે. તેઓ અંતઃસ્થ રચનાની દૃષ્ટિએ સમાન નથી છતાં સમાન કાર્યો કરે છે. તેથી કાર્યસદૃશ રચનાઓએ કેન્દ્રાભિસારી ઉદ્વિકાસ (**convergent evolution**) - સમાન કાર્ય માટે ભિન્ન રચનાઓ વિકસે છે અને તેથી સમાનતા ધરાવે છે. કાર્યસદૃશતાનાં અન્ય ઉદાહરણોમાં ઓકટોપસ અને સસ્તનોની આંખ અથવા પેંગ્વિન અને ડોલ્ફિનના ફ્લિપર્સ (flippers) છે. કોઈ એવું કહી શકે છે કે સમાન નિવાસસ્થાનોને પરિણામે સજીવોના જુદા-જુદા સમૂહોને સમાન અનુકૂળનો અપનાવવા પડ્યા હશે પરંતુ તેવાં જ સમાન કાર્યો માટે : શક્કરિયાં (મૂળનું રૂપાંતર) અને બટાટા (પ્રકાંડનું રૂપાંતર) એ કાર્યસદૃશ અંગોનું બીજું ઉદાહરણ છે.

આ સંદર્ભે એ તર્ક પણ આપી શકાય કે પ્રોટીન અને જનીનોની કાર્યશૈલીની સમાનતાઓ વિવિધ સજીવોમાં સમાન છે. તે પણ સમાન પૂર્વજ હોવાનું નિર્દેશન કરે છે. જૈવરાસાયણિક સમાનતાઓ પણ એવા સમાન પૂર્વજવાળી પરંપરા તરફ ઈશારો કરે છે, જેવી કે વિવિધ સજીવો વચ્ચે રચનાત્મક સમાનતાઓમાં હતી.

મનુષ્યે પસંદ કરેલ વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓનું કૃષિ, બાગાયત, રમતગમત અથવા સુરક્ષા માટે સંવર્ધન કરાવ્યું. મનુષ્યે ઘણાં વન્ય પ્રાણીઓ અને પાકોને પાલતુ બનાવ્યા છે. આવા સંકરણના સઘન કાર્યક્રમો યોજીને એક જાતમાંથી બીજી ભિન્ન જાત વિકસાવી છે (ઉદાહરણ : કૂતરાઓ), પરંતુ તે હજુ પણ એક જ સમૂહની છે. એવો તર્ક આપવામાં આવે છે કે મનુષ્ય સો વર્ષોમાં નવી જાતો વિકસાવી શક્યો હોય તો પ્રકૃતિ આ કાર્ય લાખો વર્ષોમાં કેમ નથી કરી શકી ?

પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા ઉદ્વિકાસનું સમર્થન કરતું એક રસપ્રદ અવલોકન ઈંગ્લેન્ડથી મળે છે. જેમાં 1850માં એકત્રિત કરવામાં આવેલ ફુદા (moth) એટલે કે ઔદ્યોગિકરણ પહેલાં વૃક્ષો ઉપર સફેદ પાંખોવાળા ફુદા, ઘેરી-પાંખોવાળા અથવા મેલેનાઈઝ્ડ ફુદા કરતા વધુ મળતા હતા. જોકે સમાન વિસ્તારમાંથી એકત્રિકીકરણ કરવામાં આવ્યું પરંતુ ઔદ્યોગિકરણ બાદ એટલે કે 1920માં, આ જ વિસ્તારમાં ઘેરી પાંખોવાળા ફુદા વધુ જોવા મળ્યા એટલે કે પ્રમાણ વિપરિત હતું.

આ અવલોકનથી રજૂઆત કરાઈ છે કે, ‘શિકારીઓ વિરોધાભાસી પૃષ્ઠભૂમિમાં ફુદાની જગ્યા શોધે છે’. ઔદ્યોગિકરણ બાદના સમય દરમિયાન, વૃક્ષના થડ ઔદ્યોગિક ધુમાડા અને મેશને કારણે ઘેરા બન્યા છે. આ પરિસ્થિતિની અસર નીચે સફેદ પાંખોવાળા ફુદા શિકારીઓને કારણે અસ્તિત્વ



આકૃતિ 6.3 : સમમૂલક અંગોનાં ઉદાહરણો
(a) વનસ્પતિઓ અને (b) પ્રાણીઓ



(a)



(b)

આકૃતિ 6.4 : વૃક્ષોના થડ ઉપર સફેદ પાંખયુક્ત કુદા અને ઘેરી પાંખયુક્ત કુદા (મેલેનાઈઝ્ડ)ને દર્શાવતી આકૃતિ (a) અપ્રદૂષિત વિસ્તારમાં (b) પ્રદૂષિત વિસ્તારમાં

ટકાવી શક્યા નહિ, પરંતુ ઘેરી પાંખ અથવા મેલેનાઈઝ્ડ કુદા ટકી ગયા. ઔદ્યોગિકરણ પહેલાં, લગભગ સફેદ રંગની લાઈકેનની વૃદ્ધિ ઘેરી હતી - આ પૃષ્ઠભૂમિમાં સફેદ પાંખવાળા કુદા અસ્તિત્વ ટકાવી શક્યા પરંતુ ઘેરી પાંખવાળા કુદા શિકારીઓ દ્વારા ખવાઈ ગયા. શું તમે જાણો છો કે લાઈકેન એ ઔદ્યોગિક પ્રદૂષણનું નિદર્શન કરે છે ? પ્રદૂષિત વિસ્તારમાં વૃદ્ધિ પામતી નથી. આમ જે કુદા રંગઅનુકૃતિ (camouflage) કરી શક્યા તેઓ તેમનું અસ્તિત્વ ટકાવી શક્યા (આકૃતિ 6.4). આ સમજૂતીને સમર્થન એ તથ્યથી મળે છે કે જ્યાં ઔદ્યોગિકરણ નથી થયું ત્યાં - ઉદાહરણ : ગ્રામ્ય વિસ્તારોમાં મેલેનીક કુદાની સંખ્યા ઓછી છે. આ દર્શાવે છે કે મિશ્ર વસ્તીમાં તેઓ વધુ સારું અનુકૂલન સાધે, અસ્તિત્વ ટકાવે અને વસ્તીના કદમાં વધારો કરે છે. યાદ રાખો કે કોઈ પણ જાતનો સંપૂર્ણ વિનાશ થતો નથી.

આ જ પ્રમાણે તૃણનાશકો (herbicides/હર્બિસાઈડ્સ), કીટનાશકો (pesticides/પેસ્ટિસાઈડ્સ) વગેરેના વધુપડતા ઉપયોગના પરિણામ સ્વરૂપ ઓછા સમયગાળામાં પ્રતિરોધક જાતોની પસંદગી થઈ. આ બાબત સૂક્ષ્મ જીવો સામે પણ સાચી સાબિત થાય છે કે, જેમના માટે આપણે પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો (એન્ટિ બાયોટિક) અથવા દવાઓને સુકોષકેન્દ્રીય સજીવો / કોષો સામે વાપરીએ છીએ. તેથી પ્રતિરોધક સજીવો / કોષો ખૂબ જલદી એટલે કે પછી શતાબ્દોમાં નહિ તો મહિનાઓમાં અથવા વર્ષોમાં દેખાવા માંડ્યા છે. આ માનવપ્રેરિત ક્રિયાઓ દ્વારા થતા ઉદ્વિકાસના ઉદાહરણો છે. જે એ પણ જણાવે છે કે ઉદ્વિકાસ એ પ્રારબ્ધવાદના અર્થમાં નિર્દેશિત પ્રક્રિયા નથી. પ્રકૃતિમાં તકની ઘટનાઓ અને સજીવોમાં વિકૃતિની તકને આધારે તે સ્ટોકેસ્ટિક (stochastic) પ્રક્રિયા છે.

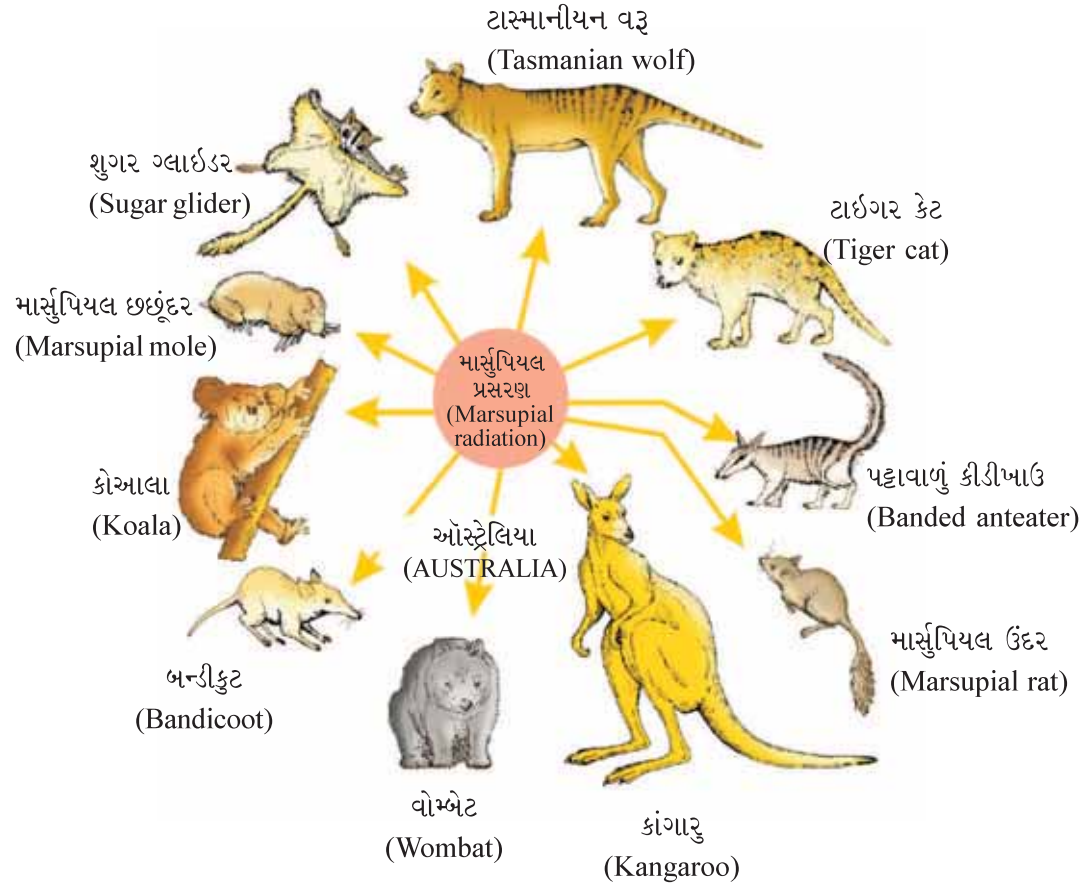
6.4 અનુકૂલિત પ્રસરણ શું છે ? (What is Adaptive Radiation ?)

ડાર્વિન પોતાની યાત્રા દરમિયાન ગેલાપેગોસ ટાપુ ઉપર ગયા હતા. જ્યાં તેમને સજીવોમાં એક આશ્ચર્યચકિત કરતી વિવિધતા જોઈ. ખાસ કરીને નાનું કાળું પક્ષી કે જે પાછળથી ડાર્વિન ફિન્ચ (Darwin's Finches) કહેવાયુ તેણે તેમને ખૂબ આશ્ચર્યચકિત કર્યા હતા. તેમણે તે જ ટાપુ ઉપર ઘણી જાતની ફિન્ચસ જોઈ. તેમણે અંદાજ મૂક્યો કે બધી જ જાતો તેની જાતે જ ટાપુ ઉપર ઉદ્વિકાસ પામી છે. મૂળભૂત ફિન્ચનાં બીજાહારી લક્ષણોની સાથે-સાથે અન્ય સ્વરૂપો માટે પણ તેમની યાંચો



આકૃતિ 6.5 : ફિનચની ચાંચમાં વિવિધતા કે જે ડાર્વિને ગેલાપેગોસ ટાપુ ઉપર શોધી

વિકસિત થઈ કે જેણે તેમને કીટભક્ષી અને શાકાહારી ફિનચ બનાવી દીધી (આકૃતિ 6.5). વિવિધ જાતિઓના ઉદ્વિકાસની પ્રક્રિયાઓ આપેલ ભૌગોલિક વિસ્તારના એક બિંદુથી શરૂ કરી બીજા ભૌગોલિક વિસ્તારો (નિવાસસ્થાનો) સુધી પ્રસરવાની પ્રક્રિયાને **અનુકૂલિત પ્રસરણ (adaptive radiation)** કહે છે. ડાર્વિન ફિનચ આ પ્રકારની ઘટનાનું એક ઉત્તમ ઉદાહરણ રજૂ કરે છે. બીજું ઉદાહરણ ઓસ્ટ્રેલિયન માર્સુપિયલ (marsupial-કોથળીધારી)નું છે. મોટા ભાગના માર્સુપિયલ એકબીજાથી ભિન્ન હતા (આકૃતિ 6.6), તેઓ એક જ પૂર્વજોના સમૂહમાંથી ઉદ્વિકાસ પામેલ હતા પરંતુ તે બધા ઓસ્ટ્રેલિયન ટાપુના મહાદ્વિપ (ખંડ)માં જ વિકસ્યા હતા. જ્યારે અલગ ભૌગોલિક વિસ્તારમાં (જુદા-જુદા વસવાટનું



આકૃતિ 6.6 : ઓસ્ટ્રેલિયાના માર્સુપિયલનું અનુકૂલિત પ્રસરણ



જરાયુજ સસ્તનો
(Placental mammals)

ઑસ્ટ્રેલિયન માર્સુપિયલ
(Australian marsupial)

	માર્સુપિયલ છૂંદર (Marsupial mole)
	નમ્બેટ (કીડીખાઉ) Numbat (anteater)
	માર્સુપિયલ ઉંદર (Marsupial mouse)
	ટપકાવાળું કસ્કસ (Spotted cuscus)
	ઊડતી ફેલેન્જર (Flying phalanger)
	ટાસ્માનીયન ટાઈગર કેટ (Tasmanian tiger cat)
	ટાસ્માનીયન વરૂ (Tasmanian wofl)

આકૃતિ 6.7 : ઑસ્ટ્રેલિયન માર્સુપિયલ અને જરાયુજ સસ્તનોની કેન્દ્રાભિસારી ઉદ્વિકાસ દર્શાવતી આકૃતિ

પ્રતિનિધિત્વ) એક કરતાં વધુ અનુકૂલિત પ્રસરણ જોવા મળે તો તેને કેન્દ્રાભિસારી (convergent) ઉદ્વિકાસ કહે છે. ઑસ્ટ્રેલિયાના જરાયુજ સસ્તનો પણ અનુકૂલિત પ્રસરણ દર્શાવે છે. આ પ્રકારના દરેક જરાયુજ સસ્તનો, માર્સુપિયલ (ઉદાહરણ : જરાયુજ વરૂ અને ટાસ્માનીયન વરૂ) સમાન અનુરૂપ વિકાસ દર્શાવે છે (આકૃતિ 6.7).

6.5 જૈવિક ઉદ્વિકાસ (Biological Evolution)

સાચા અર્થમાં પ્રાકૃતિક પસંદગીથી પૃથ્વી ઉપર ઉદ્વિકાસ ત્યારે શરૂ થયો હશે જ્યારે વિવિધ ચયાપચયિક ક્ષમતા ધરાવતા સજીવોનાં કોષીય સ્વરૂપોની શરૂઆત થઈ હશે.

ઉદ્વિકાસ અંગેના ડાર્વિનવાદનો મૂળ સાર પ્રાકૃતિક પસંદગી છે. નવાં સ્વરૂપો પ્રગટ થવાનો દર જીવનચક્ર અથવા જીવનકાળ સાથે સંકળાયેલો હોય છે. ઝડપથી વિભાજન પામતાં સૂક્ષ્મ જીવો ઊંચી ગુણનક્ષમતા ધરાવે છે અને કલાકોમાં લાખોની સંખ્યા પ્રાપ્ત કરે છે. આપેલ માધ્યમમાં વૃદ્ધિ પામતી બેક્ટેરિયાની એક વસાહત (ધારો કે A) ખાદ્ય ઘટકોનો ઉપયોગ કરવાની ક્ષમતાના સંદર્ભમાં વિવિધતા ધરાવે છે. માધ્યમના બંધારણમાં ફેરફાર કરવામાં આવે તો વસ્તીનો ફક્ત તે જ ભાગ (ધારો કે B) બાકી રહેશે કે જે નવી બદલાયેલી પરિસ્થિતિમાં ટકી રહ્યા હોય. એક નિશ્ચિત સમય (અવધિ) દરમિયાન આ વસ્તીનું ભિન્નરૂપ બીજા કરતાં વધશે અને નવી જાતિઓ તરીકે અસ્તિત્વમાં આવશે. આવું થોડા દિવસોમાં જ થાય છે. પણ આ જ બાબત જ્યારે મત્સ્ય કે મરઘી માટે લાગુ પડે ત્યારે તેમાં લાખો વર્ષો લાગે છે, કારણ કે તેમનો જીવનકાળ વર્ષોનો હોય છે. અહીં આપણે કહી શકીએ કે, Bની યોગ્યતા A કરતા નવી પરિસ્થિતિ નીચે વધુ સારી છે. પ્રકૃતિ યોગ્યતમને જ પસંદ કરે છે. એ યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, કહેવાતી યોગ્યતાઓ એ લાક્ષણિકતાઓ ઉપર આધારિત છે કે જે વારસાગત હોય

છે. આથી, પસંદગી અને ઉદ્વિકાસ પામવા માટે જનીનિક આધાર હોવો જોઈએ. બીજા શબ્દોમાં કેટલાક સજીવો બદલાતા પર્યાવરણમાં ટકી રહેવા માટે વધુ સારી રીતે અનુકૂલિત થયેલા હોય છે. અનુકૂલનક્ષમતા વારસાગત હોય છે. તે જનીનિક આધાર ધરાવે છે. યોગ્યતા એ અનુકૂલન પામવાની ક્ષમતા અને પ્રકૃતિ દ્વારા પસંદગી પામવા માટેનું અંતિમ પરિણામ છે.

શાખાકીય અવતરણ (branching descent) અને પ્રાકૃતિક પસંદગી એ ડાર્વિનના ઉદ્વિકાસવાદના બે ચાવીરૂપ ખ્યાલો છે (આકૃતિ 6.7 અને 6.8).

ડાર્વિનના પહેલા ફેન્ય પ્રકૃતિવિદ્ લેમાર્કે કહ્યું કે, સજીવ સ્વરૂપોનો ઉદ્વિકાસ થયો, પરંતુ તે અંગોના ઉપયોગ અને બિનઉપયોગ દ્વારા સંચારિત થયો. એમણે જોયું કે ઉદાહરણ આપ્યું, જેમાં ઊંચાં વૃક્ષોનાં ખાવાયોગ્ય પર્ણો મેળવવા માટે તેમની ગરદનની લંબાઈ વધારી અનુકૂલિત થયા. આ લાંબી ગરદનનું ઉપાર્જિત લક્ષણ તેની અનુગામી પેઢીઓને પ્રદાન કર્યું. વર્ષો બાદ જોઈ શકાય તેવી લાંબી ગરદન પ્રાપ્ત કરી. આ અનુમાન પર કોઈ વિશ્વાસ નથી કરતું.



શું ઉદ્વિકાસ એ એક પ્રક્રિયા અથવા એક પ્રક્રિયાનું પરિણામ છે ? આપણે જે દુનિયા જોઈએ છીએ તે સજીવ હોય કે નિર્જીવ પરંતુ તે માત્ર ઉદ્વિકાસની એ એક સફળ ગાથા છે. જ્યારે આપણે આ વિશ્વની ગાથા વર્ણવીએ છીએ ત્યારે આપણે ઉદ્વિકાસને એક પ્રક્રિયા તરીકે વર્ણવીએ છીએ. બીજા સંદર્ભમાં જ્યારે આપણે પૃથ્વી ઉપરના સજીવોના જીવનની ગાથાઓ વર્ણવીએ છીએ ત્યારે આપણે ઉદ્વિકાસને પ્રાકૃતિક પસંદગી કહેવાતી પ્રક્રિયાના પરિણામ તરીકે મુલવીએ છીએ. આપણે હજુ પણ પૂરી રીતે ઉદ્વિકાસના સંદર્ભમાં પ્રાકૃતિક પસંદગીની પ્રક્રિયાઓ અથવા અંતિમ અજાણ પ્રક્રિયાઓનાં પરિણામો વિશે સ્પષ્ટ જાણતા નથી.

એ પણ શક્ય છે કે થોમસ માલ્થસ (Thomas Malthus)નું વસ્તી પરનું કાર્ય ડાર્વિનને પ્રભાવિત કરી ગયું હોય. પ્રાકૃતિક પસંદગી અમુક અવલોકનો ઉપર આધારિત છે કે જે વાસ્તવિક હોય. ઉદાહરણ તરીકે કુદરતી સોતો મર્યાદિત છે, અપવાદરૂપે ઋતુકીય ફેરફારોને બાદ કરતા, વસ્તીનું કદ સ્થાયી છે, વસ્તીના સભ્યો બહારથી જોતાં સમાન લાગતા હોવા છતાં લક્ષણોમાં ભિન્નતા દર્શાવે છે (હકીકતમાં બે વ્યક્તિઓ પણ એક જેવી સરખી હોતી નથી), મોટા ભાગની વિવિધતા વારસાગત હોય છે વગેરે. જો આ જ વાસ્તવિકતા હોય અને જો દરેક સજીવ મહત્તમ દરે પ્રજનન કરે તો સૈદ્ધાંતિક રીતે વસ્તી વિસ્ફોટકોની જેમ વધશે (આ જ હકીકત બેક્ટેરિયાની સંખ્યામાં થતી વૃદ્ધિ દ્વારા જોઈ શકાય) અને એ સત્ય છે કે વાસ્તવિક રીતે વસ્તીનું કદ મર્યાદિત છે, તેનો અર્થ એ થયો કે સોતો માટે સ્પર્ધા થાય છે. અમુક તેમાં અન્યના ભોગે ટકી શક્યા અને વિકાસ પામ્યા જ્યારે કેટલાક ઉન્નતિ કરી શક્યા નહિ. ડાર્વિનની નવીનતા અને તેજસ્વી સૂક્ષ્મદ્રષ્ટિ આ હતી : તેમણે ભારપૂર્વક જણાવ્યું હતું કે ભિન્નતાઓ કે જે વારસાગત છે અને કોઈ એક માટે સોતોનો ઉપયોગ વધુ સારો બનાવે છે (વસવાટને સારી રીતે અનુકૂલિત થયેલી છે). માત્ર તેમને જ યોગ્ય (સક્ષમ) બનાવે છે. જે પ્રજનન કરે અને વધુમાં વધુ સંતતિ છોડી જાય. આથી નિશ્ચિત સમયગાળા માટે અનેક પેઢીઓ પૈકીની બાકી વધેલ, વધુ પ્રજોત્પત્તિ પેદા કરશે અને વસ્તીની લાક્ષણિકતાઓમાં ફેરફાર પ્રેરશે, પરિણામે નવું સ્વરૂપ ઉદ્ભવશે.

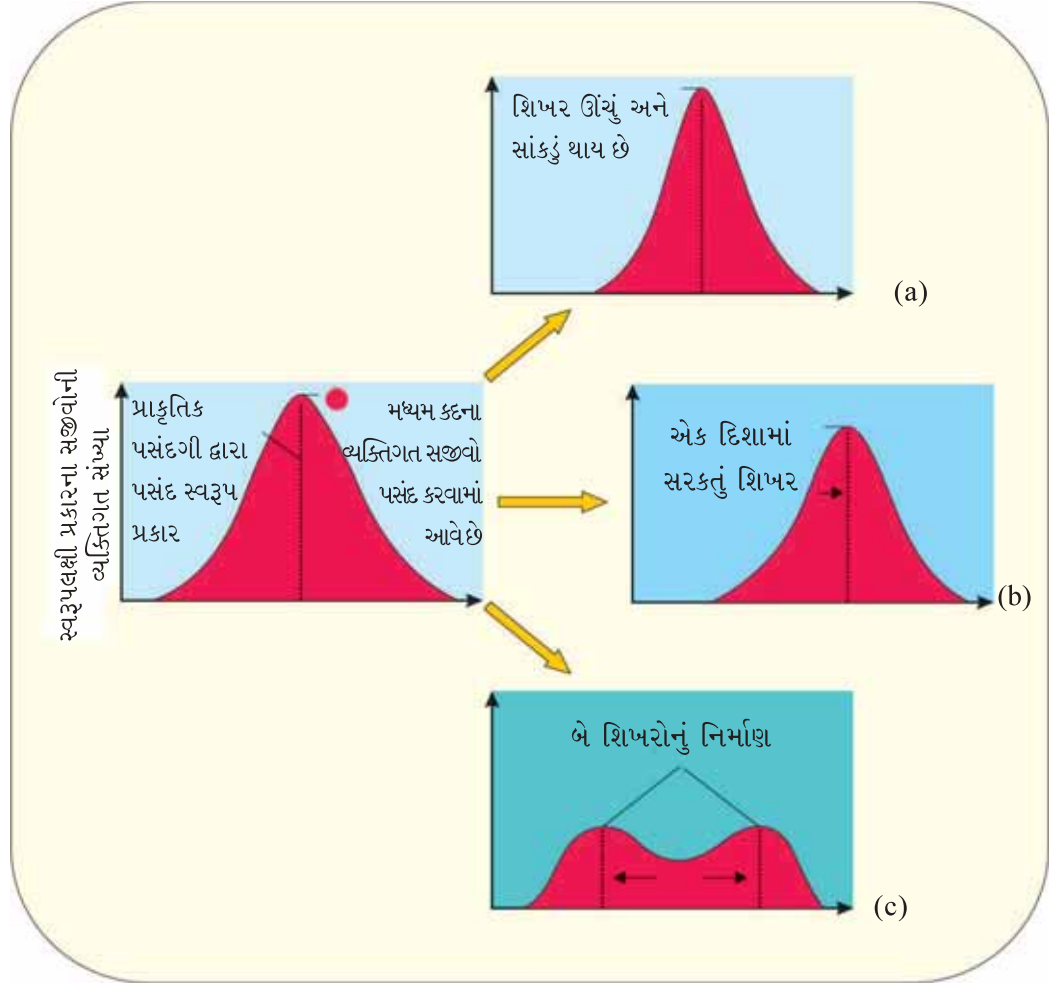
6.6 ઉદ્વિકાસની ક્રિયાવિધિ (Mechanism of Evolution)

આ ભિન્નતાનો ઉદ્ભવ શું છે અને કેવી રીતે જાતિનિર્માણ (speciation) થાય છે ? તેમ છતાં પણ મેન્ડેલે વારસાગમન થઈ શકે તેવા કારકોના વિષયમાં જાણ કરેલી કે તેઓ સ્વરૂપ પ્રકાર પર અસર કરે છે. ડાર્વિને આ બાબતને અવગણી હશે કે આ બાબત પર મૌન રહ્યા હશે. 20મી સદીના પ્રથમ દસકામાં હ્યુગો-દ-વ્રિસે ઈવનિંગ પ્રાઈમરોઝ (evening primrose) વનસ્પતિ પર કાર્ય કરી વિકૃતિના વિચારો રજૂ કર્યા કે વિકૃતિ એટલે વસ્તીમાં એકાએક આવતું મોટું જુદાંપણું. એમનું એવું માનવું હતું કે તે વિકૃતિ જ છે જે ઉદ્વિકાસ માટે કારણભૂત છે અને ડાર્વિન કે જેઓ નાની નાની ભિન્નતાઓ (આનુવંશિક)ની વાત કરતા હતા તે નહિ. વિકૃતિ યાદચ્છિક અને દિશાવિહીન છે જ્યારે ડાર્વિનની ભિન્નતા નાની અને દિશાસૂચક છે. ડાર્વિન માટે ઉદ્વિકાસ ક્રમબદ્ધ ક્રિયા છે. જ્યારે દ-વ્રિસ પ્રમાણે વિકૃતિ જ જાતિનિર્માણનું કારણ છે જેને તેમણે સેલેક્શન (મોટી વિકૃતિ માટે એક પગલું) તરીકે બતાવ્યું. પાછળ જતાં વસ્તી જનીનવિધાના અભ્યાસ પરથી કેટલીક નવી સ્પષ્ટતા રજૂ થઈ.

6.7 હાર્ડી-વેઈનબર્ગ સિદ્ધાંત (Hardy-Weinberg Principle)

આપેલ વસ્તીમાં જનીનનાં વૈકલ્પિક સ્વરૂપો કે જનીન સ્થાન(locus)ની આવૃત્તિ શોધી શકાય છે. આ આવૃત્તિઓ લગભગ સ્થાયી અને પેઢીઓ સુધી પણ સ્થિર જળવાઈ રહે છે. હાર્ડી-વેઈનબર્ગ સિદ્ધાંત બીજગણિતીય સૂત્રના ઉપયોગથી જાણી શકાય છે.

આ સિદ્ધાંત કહે છે કે વસ્તીમાં વૈકલ્પિક કારકોની આવૃત્તિ સ્થિર રહે છે અને પેઢી દર પેઢી સુધી અચળ જળવાઈ રહે છે. જનીન સેતુ (gene pool) (વસ્તીમાંના કુલ જનીનો અને તેના વૈકલ્પિક કારકો) અચળ રહે છે. તેને જનીનિક સમતુલન કહે છે. બધાં જ વૈકલ્પિક કારકોની આવૃત્તિઓના સરવાળાને 1, વ્યક્તિગત આવૃત્તિઓ ઉદાહરણ તરીકે તેમને p , q વગેરે નામ અપાય છે. દ્વિકીયમાં p અને q , વૈકલ્પિક કારક A અને વૈકલ્પિક કારક a ની આવૃત્તિ દર્શાવે છે. વસ્તીમાં AA વ્યક્તિગત સજીવોની આવૃત્તિ સામાન્યતઃ p^2 છે. આને અન્ય રીતે પણ રજૂ કરી શકાય છે. એટલે કે, દ્વિકીય સજીવોનાં બંને રંગસૂત્રો ઉપર વૈકલ્પિક કારક A અને આવૃત્તિ p સાથે આવવાની શક્યતા એ સંભાવનાઓનું પરિણામ છે. દા.ત., p^2 . આ જ રીતે aa એ q^2 અને Aa ને $2pq$ તરીકે દર્શાવાય છે. આથી $p^2 + 2pq + q^2 = 1$. આ $(p + q)^2$ દ્વિપદીનું



આકૃતિ 6.8 : (a) સ્થિર (b) દિશાસૂચક અને (c) વિક્ષેપક લક્ષણો ઉપર પ્રાકૃતિક પસંદગીની પ્રક્રિયાનું રેખાંકિત નિરૂપણ



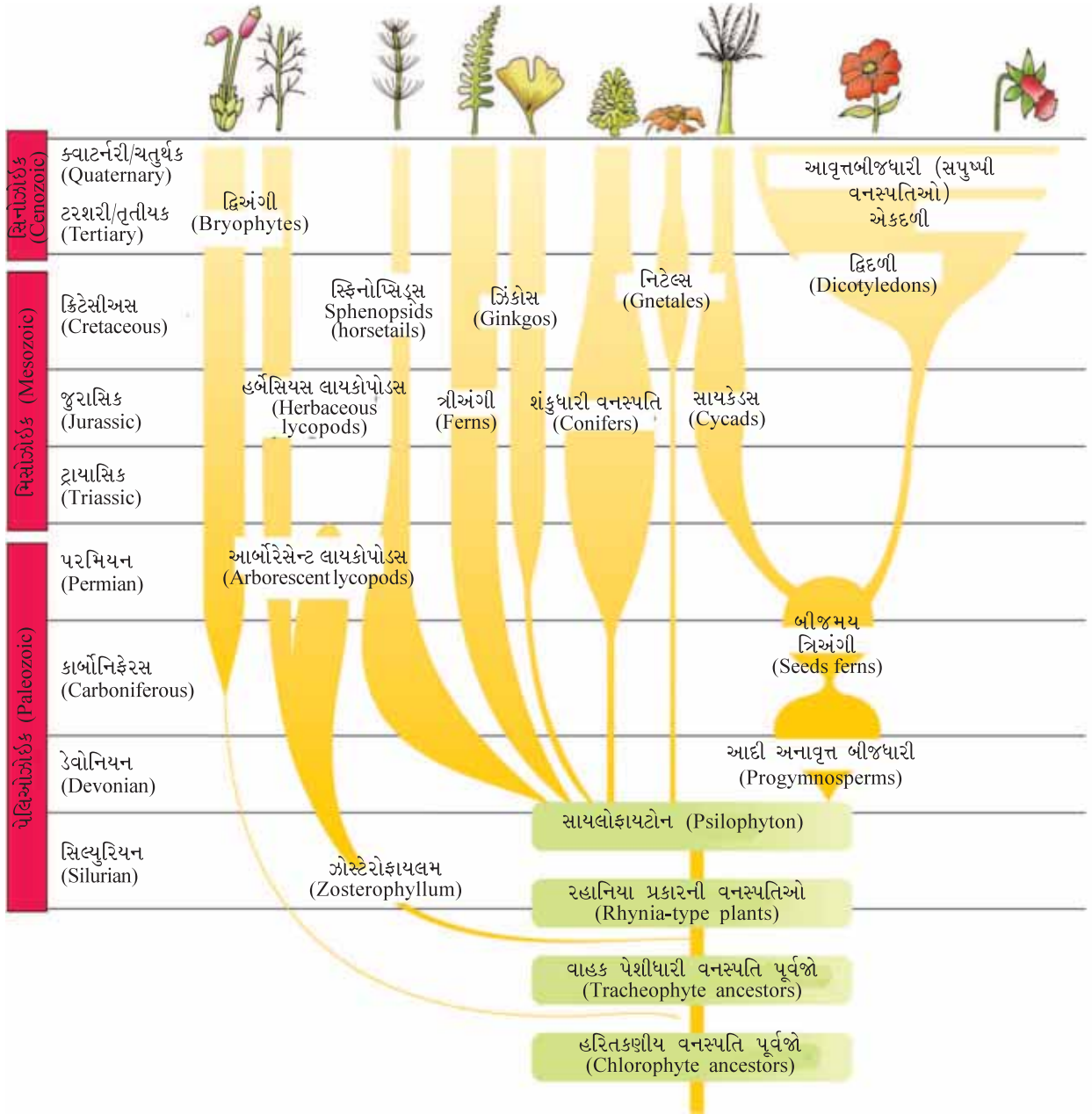
વિસ્તરણ છે. જ્યારે માપવામાં આવતી આવૃત્તિ અપેક્ષિત મૂલ્યથી ભિન્ન હોય, તો આ જુદાપણું ઉદ્વિકાસય ફેરફારની વ્યાપકતા દર્શાવે છે. જનીનિક સમતુલામાં અથવા હાર્ડી-વેઈનબર્ગ સમતુલામાં ખલેલ એટલે કે એક વસ્તીમાં વૈકલ્પિક કારકોની આવૃત્તિમાં ફેરફારના પરિણામ સ્વરૂપ ઉદ્વિકાસ થાય છે, તેવું અર્થઘટન કરાયું છે.

પાંચ ઘટકો હાર્ડી-વેઈનબર્ગ સમતુલાને અસરકર્તા તરીકે ઓળખી કાઢવામાં આવેલા છે. તેઓ જનીન સ્થળાંતરણ અથવા જનીનપ્રવાહ, જનીનિક વિચલન (drift), વિકૃતિ, જનીનિક પુનઃસંયોજન અને પ્રાકૃતિક પસંદગી છે. જ્યારે વસ્તીના કોઈ પણ ભાગનું અન્ય ભાગની વસ્તીમાં સ્થળાંતરણ થાય છે ત્યારે મૂળભૂત અને નવી વસ્તીની જનીનઆવૃત્તિ ફેરફાર પામે છે. નવા જનીનો / વૈકલ્પિક કારકો નવી વસ્તીમાં ઉમેરાય છે અને જૂની વસ્તીમાંથી તે દૂર થાય છે. જો જનીન સ્થળાંતરણ વારંવાર થતું હોય તો તે જનીનપ્રવાહ છે. આ સમાન ફેરફારો જો તક દ્વારા પ્રાપ્ત થતા હોય તો તેને જનીનિક વિચલન કહે છે. કેટલીક વાર નવી વસ્તીનાં વૈકલ્પિક કારકોની આવૃત્તિમાં ખૂબ જ મોટા ફેરફારો હોય તો તે ભિન્ન જાતિ તરીકે વિકસે છે. મૂળભૂત વિચલિત (drifted) વસ્તી સ્થાપક બને છે. આ અસરને **સ્થાપક અસર (founder effect)** કહે છે.

સૂક્ષ્મ જીવો પરના પ્રયોગો દર્શાવે છે કે, પૂર્વ-અસ્તિત્વ ધરાવતી લાભકારી વિકૃતિઓ જ્યારે પસંદગી પામે છે ત્યારે તેના પરિણામ સ્વરૂપ નવા સ્વરૂપ પ્રકારો જોવા મળે છે. કેટલીક પેઢીઓ પછી, તે જાતિનિર્માણમાં પરિણમે છે. પ્રાકૃતિક પસંદગી એ પ્રક્રિયા છે કે જેમાં વારસાગમન થઈ શકે તેવી ભિન્નતાઓ જીવનને ટકાવી શકે છે અને વધુ પ્રજનનક્ષમ બને છે તથા મોટી સંખ્યામાં સંતતિ પેદા કરે છે. તર્ક આધારિત વિશ્લેષણ આપણને વિશ્વાસ અપાવે છે કે વિકૃતિના કારણે અથવા જનીનપ્રવાહને કારણે કે જનીનિક વિચલનને કારણે અથવા જનનકોષનિર્માણ દરમિયાન પુનઃસંયોજનને કારણે સર્જાતી ભિન્નતા ભવિષ્યની પેઢીમાં જનીનોની તેમજ વૈકલ્પિક કારકોની આવૃત્તિના ફેરફારમાં પરિણમે છે. પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જોડીઓ પ્રજનનીક સફળતા વધારે છે અને નવી વસ્તી તરીકે સ્થાપિત થાય છે. પ્રાકૃતિક પસંદગી સ્થિરતા (જેમાં ઘણા વ્યક્તિગત સજીવો સરેરાશ લક્ષણ / મૂલ્યો પ્રાપ્ત કરે છે), દિશાકીય ફેરફાર (ઘણા વ્યક્તિગત સજીવો સરેરાશ (મધ્યમ) લક્ષણ / મૂલ્યો ઉપરાંતનાં મૂલ્યો પ્રાપ્ત કરે છે) અથવા વિક્ષેપક (disruption) ઉદ્વિકાસ (વિતરણ વક્ર(curve)ના બંને છેડાનાં લક્ષણોનું મૂલ્ય વધુ સભ્યોમાં પ્રાપ્ત કરે) સ્થિતિ તરફ દોરી જાય છે (આકૃતિ 6.8).

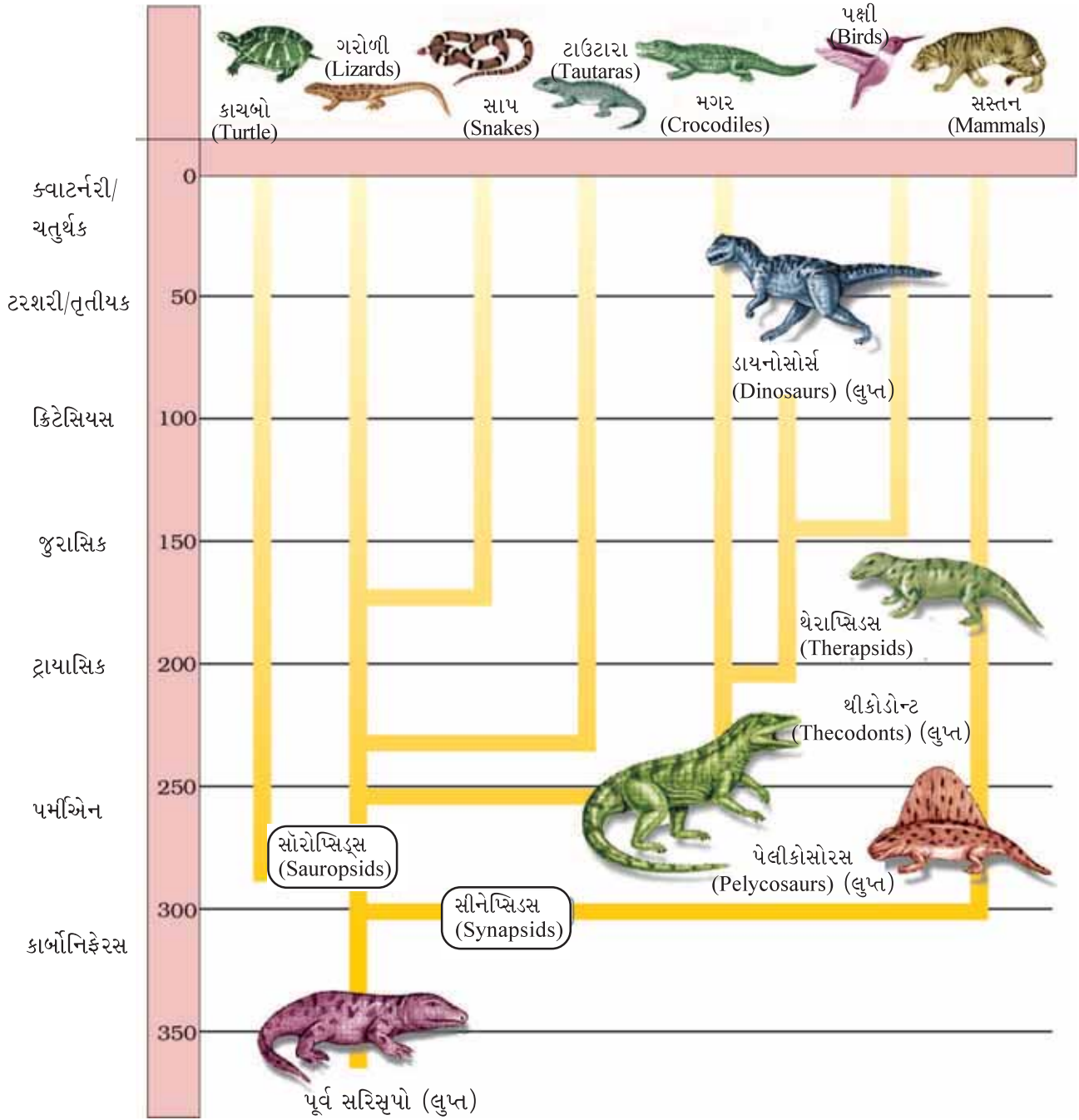
6.8 ઉદ્વિકાસનો સંક્ષિપ્ત અહેવાલ (A Brief Account of Evolution)

લગભગ 2000 મિલિયન વર્ષ પહેલાં (million years ago -mya) સૌપ્રથમ કોષીય જીવન પૃથ્વી પર જોવા મળ્યું. મહાઅણુઓના જોડાવાથી મહાઅણુઓ ધરાવતા અકોષી સમૂહો અને તેમાંથી રસસ્તર ધરાવતો કોષો કેવી રીતે નિર્માણ પામ્યા તે જાણી શકાયું નથી. આમાંના કેટલાક કોષો O₂ મુક્ત કરવાની ક્ષમતા ધરાવતા હતા. આ પ્રક્રિયા પ્રકાશસંશ્લેષણમાં થતી પ્રકાશપ્રક્રિયાના તબક્કા જેવી જ હતી. જેમાં પાણીના અણુની વિયોજન પ્રક્રિયા સૂર્યપ્રકાશના ગ્રહણ કરવાથી અને યોગ્ય ક્રમિક પ્રકાશગ્રાહી રંજકદ્રવ્યો દ્વારા તેના વહન થવાની ક્રિયાથી થતી હતી. ધીમે-ધીમે એકકોષીય સજીવો બહુકોષીય સ્વરૂપમાં અસ્તિત્વ ધરાવતા થયા. 500 મિલિયન વર્ષ અગાઉ (mya) અપૃષ્ઠવંશીઓ ઉદ્ભવ્યા અને સક્રિય થયા. લગભગ 350 મિલિયન વર્ષ અગાઉ જડબાંવિહીન માછલી ઉદ્ભવી. સમુદ્રની શેવાળ અને કેટલીક વનસ્પતિઓ લગભગ 320 મિલિયન વર્ષ અગાઉ અસ્તિત્વ



આકૃતિ 6.9 : ભૂસ્તરીય સમય દ્વારા વનસ્પતિ-સ્વરૂપોની ઉત્પત્તિ દર્શાવતી આકૃતિ

ધરાવતા હોવાનું અનુમાન છે. આપણે કહી શકીએ કે, વનસ્પતિઓ જમીન પર આવનાર સૌપ્રથમ સજીવો હતા. જ્યારે પ્રાણીઓ જમીન પર આવ્યાં ત્યારે વનસ્પતિઓ જમીન પર ખૂબ જ પથરાયેલ હતી. ભારે અને મજબૂત મીનપક્ષવાળી માછલીઓ જમીન પરથી પાણીમાં પાછી ફરી શકતી હતી. આ ઘટના 350 મિલિયન વર્ષ અગાઉ જોવા મળતી હતી. 1938માં દક્ષિણ આફ્રિકામાં પકડાયેલી મત્સ્ય સીલાકાન્થ (Coelacanth) મનાતી હતી, જે લુપ્ત થયેલી હોવાનું માનવામાં આવે છે. આ પ્રાણીઓને લોબફિન્સ (lobefins) તરીકે ઓળખવામાં આવ્યા કે જેમાંથી પ્રથમ ઊભયજીવીઓ ઊતરી આવ્યા કે જે જમીન અને પાણી એમ બંને જગ્યાએ જીવંત રહી શકતા. આમાંના કોઈ જ નમૂના આપણી પાસે બચ્યાં નથી. તેમ છતાં, તે હાલનાં ટેડકા અને



આકૃતિ 6.10 : ભૂસ્તરીય સમયગાળા દ્વારા પૃષ્ઠવંશીઓના ઉદ્વિકાસના ઇતિહાસનું પ્રતિનિધિત્વ

સાલામાન્ડરના પૂર્વજો હતા. ઉભયજીવોમાંથી સરિસૃપો ઊતરી આવ્યા. તેઓ જાડા કવચવાળાં ઈંડાં મૂકતાં જે ઊભયજીવોઓના ઈંડાંની માફક સૂર્યપ્રકાશમાં સુકાઈ જતા નહોતા. હાલના સમયે ફરી એકવાર આપણે કેવળ તેમના વંશજો, કાયબા (Tortoise), કશ્યપ (Turtle) અને મગરને જોઈ શકીએ છીએ. ત્યાર બાદના 200 મિલિયન વર્ષ અથવા તે દરમિયાન બિન્ન આકાર અને કદવાળા સરિસૃપો પૃથ્વી ઉપર પ્રભાવી રહ્યા. વિશાળ ફર્ન્સ (ત્રિઅંગી) હાજર હતા. પરંતુ તે બધા ધીરે-ધીરે મૃત્યુ પામીને કોલસાના ભંડાર બની ગયા. તેમાંના કેટલાક સંભવતઃ 200 મિલિયન



વર્ષ પૂર્વે (ઉદાહરણ : ઈક્ઠીઓસોરસ) મત્સ્ય જેવા સરિસૃપોમાં ઉદ્વિકાસ પામવા જમીન પરથી પાણીમાં પાછા ફર્યા. જમીન પર રહેવાવાળા સરિસૃપો નિશ્ચિત રીતે ડાયનોસોર્સ હતા. તેમાંનો સૌથી મોટો એટલે કે ટાયરેનોસોરસ રેક્સ (*Tyrannosaurus rex*) જે આશરે 20 ફૂટની ઊંચાઈ અને વિશાળ ભયાનક કટાર જેવા દાંત ધરાવતા હતા. આશરે 65 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે ડાયનોસોર એકાએક પૃથ્વી પરથી અદૃશ્ય થયા. આપણે તેનું સાચું કારણ જાણતા નથી. આબોહવાકીય ફેરફારોએ તેઓને માર્યા હશે તેવું કેટલાક કહે છે. કેટલાક તેવું પણ કહે છે કે તેમાંના મોટા ભાગનાં પક્ષીઓમાં ઉદ્વિકાસ પામ્યા. સત્યતા આ બંનેની વચ્ચેની છે. તે સમયના નાના કદના સરિસૃપો હાલ પણ અસ્તિત્વમાં છે.

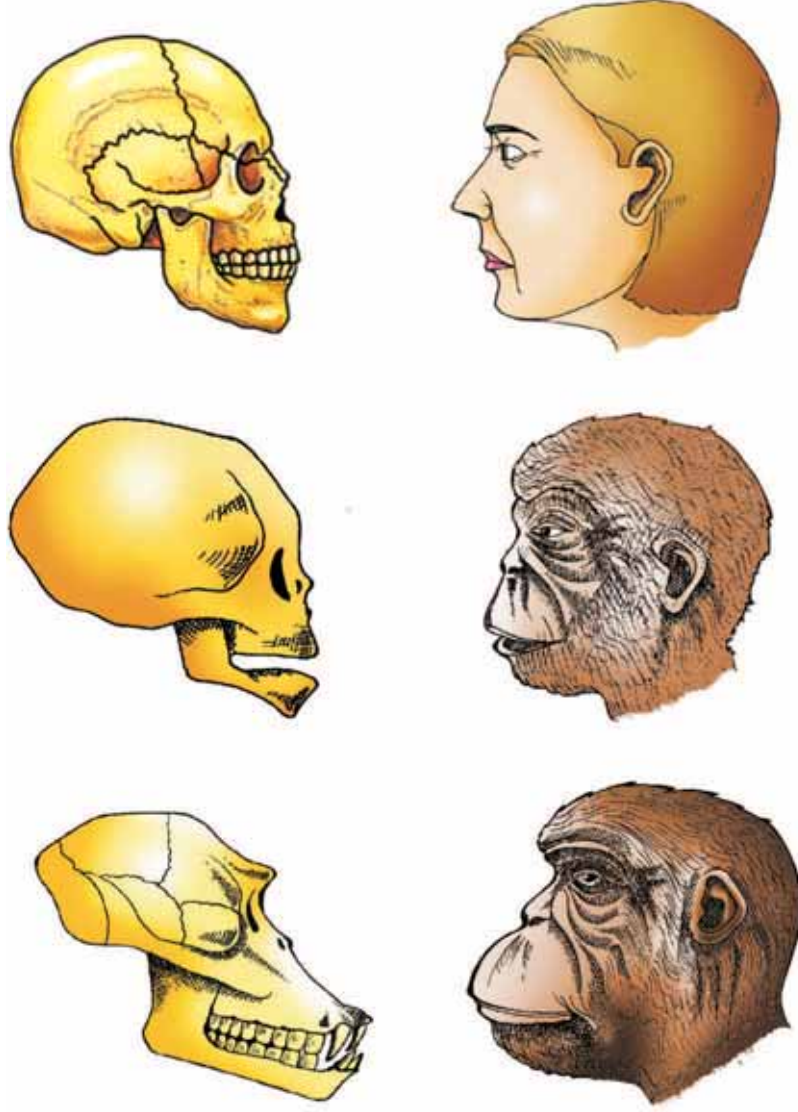
પહેલાં સસ્તનો છછૂંદર (shrews) જેવા હતા. તેમના અશ્મિઓ નાના કદના હતા. સસ્તનો અપત્યપ્રસવી (viviparous) હતા અને તેમના ન જન્મેલા બાળને માતાના શરીરની અંદર સુરક્ષિત રાખતા હતા. સસ્તનો સંવેદનશીલતા અને ભયને ટાળવાની બાબતમાં ખૂબ જ બુદ્ધિશાળી હતા. જ્યારે સરિસૃપો ઓછા થયા ત્યારે સસ્તનોએ પૃથ્વી પર કબજો જમાવ્યો. દક્ષિણ અમેરિકામાં સસ્તનો જેવા કે ઘોડા, હિપોપોટેમસ, રીંછ, સસલાં વગેરેને મળતા સસ્તનો જોવા મળતા હતા. ખંડિય વિચલન (continental drift)ના કારણે દક્ષિણ અમેરિકા, ઉત્તર અમેરિકા સાથે જોડાયું ત્યારે આ પ્રાણીઓ ઉત્તર અમેરિકાનાં પ્રાણીઓ દ્વારા છવાઈ ગયા. સમાન ખંડિય વિચલન (વિસ્થાપન)ને કારણે જ ઓસ્ટ્રેલિયામાં કોથળીધારી સસ્તનો ટકી રહ્યા છે કારણ કે તેમને અન્ય સસ્તનોથી સ્પર્ધા કરવી પડી નહિ.

આપણે એ ભૂલી ન શકીએ કે, કેટલાક સસ્તનો સંપૂર્ણ રીતે પાણીમાં જીવે છે. વેલ, ડોલ્ફિન, સીલ અને દરિયાઈ ગાય એ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. ઘોડા, હાથી, શ્વાનનો ઉદ્વિકાસ એ ઉદ્વિકાસની એક વિશિષ્ટ કથા છે. તમે તેનો અભ્યાસ આગળ ઉચ્ચ વર્ગોમાં કરશો. માનવની ભાષાકીય કુશળતા અને સ્વયંચેતના સાથે માનવ-ઉદ્વિકાસની ગાથા સૌથી રોચક છે.

જીવંત સ્વરૂપોનો ઉદ્વિકાસ, ભૂસ્તરીય માપદંડ પર તેમનો સમય કામચલાઉ રેખાચિત્રમાં દર્શાવેલ છે (આકૃતિ 6.9 અને 6.10).

6.9 માનવની ઉત્પત્તિ અને ઉદ્વિકાસ (Origin and Evolution of Man)

લગભગ 15 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે ટ્રાયોપિથેક્સ તથા રામાપિથેક્સ નામના પ્રાઈમેટ અસ્તિત્વમાં હતા. તેઓ વાળવાળા તેમજ ગોરિલા અને ચિમ્પાન્ઝીની જેમ ચાલતા હતા. રામાપિથેક્સ વધુ માનવ જેવા હતા જ્યારે ટ્રાયોપિથેક્સ વધુ એપ જેવા હતા. ઈથિઓપિયા તથા તાન્ઝાનિયા (આકૃતિ 6.11)માં કેટલાક અશ્મિઓ માનવ-અશ્મિઓ જેવા મળી આવ્યા. આ માનવીય વિશિષ્ટતાઓ જે એ માન્યતાને આગળ વધારે છે કે 3-4 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે માનવ જેવા પ્રાઈમેટ્સ પૂર્વી આફ્રિકામાં વિચરણ કરતા હતા. તેઓ સંભવતઃ 4 ફૂટથી ઊંચા ન હતા પરંતુ તે સીધા ચાલતા હતા. લગભગ 2 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે ઓસ્ટ્રેલોપિથેસિન સંભવતઃ પૂર્વી આફ્રિકાના ઘાસનાં મેદાનોમાં રહેતા હતા. પુરાવા દર્શાવે છે કે તે શરૂઆતમાં પથ્થરોના હથિયારોથી શિકાર કરતા હતા પરંતુ મૂળભૂત રીતે ફળો ખાતા હતા. શોધવામાં આવેલ અશ્મિઓમાંના કેટલાક અશ્મિઓ ભિન્ન હતા. આ જીવને પ્રથમ માનવ જેવા કહેવાતા માનવીય હોય તેમને હોમો હેબિલિસ કહેવાયા. તેમના મગજની ક્ષમતા 650-800 ccના વચ્ચે હતી. તે સંભવતઃ માંસ ખાતા નહોતા. 1891માં જાવામાંથી શોધાયેલ અશ્મિઓએ આગળનું ચરણ પ્રગટ કર્યું એટલે કે હોમો ઈરેક્ટસ જે આશરે 1.5 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે હતા. હોમો ઈરેક્ટસનું મગજ મોટું હતું જે લગભગ 900 ccનું હતું. હોમો ઈરેક્ટસ સંભવતઃ માંસ ખાતા હતા. નિએન્ડરથલ માનવ 1400 ccના મસ્તિક



આકૃતિ 6.11 : પુખ્ત આધુનિક માનવ, બાળ ચિમ્પાન્ઝી અને પુખ્ત ચિમ્પાન્ઝીની ખોપરીની તુલના. પુખ્ત ચિમ્પાન્ઝી કરતા બાળ ચિમ્પાન્ઝીની ખોપરી પુખ્ત માનવીની ખોપરીને વધુ મળતી આવે છે

કદ સાથે 1,00,000થી 40,000 વર્ષ પૂર્વે પૂર્વી અને મધ્ય એશિયાની નજીક રહેતા હતા. તેઓ તેમના શરીરની રક્ષા માટે ખાલનો ઉપયોગ કરતા હતા અને તેમના મૃતકોને જમીનમાં દાટતા હતા. હોમો સેપિયન્સ આફ્રિકામાં પ્રગટ થયા (વિકસિત થયા) તથા સમગ્ર ખંડોમાં સ્થળાંતરિત થયા અને ભિન્ન જાતોમાં વિકસિત થયા. 75,000 – 10,000 વર્ષ અગાઉ હિમયુગ દરમિયાન આધુનિક હોમો સેપિયન્સ પ્રગટ થયા. પ્રાગૈતિહાસિક ગુફા-કલાનો વિકાસ લગભગ 18,000 વર્ષો અગાઉ થયો હતો. પ્રાગૈતિહાસિક માનવ દ્વારા તૈયાર કરેલ ચિત્રો મધ્યપ્રદેશના રાયસન જિલ્લામાં ભીમબેટકા ખડક ઉપરની આવી એક ગૂફામાં જોવા મળે છે. આશરે 10,000 વર્ષો પૂર્વે કૃષિ શરૂ થઈ અને માનવ-વસાહતો શરૂ થઈ. પછી જે થયું તે માનવના ઇતિહાસની વૃદ્ધિ અને સંસ્કૃતિના ઘટાડાનો ભાગ હતો.



સારાંશ

બ્રહ્માંડ અને ખાસ કરીને પૃથ્વીના ઉદ્ભવની પૃષ્ઠ ભૂમિમાં જ પૃથ્વી પર જીવનની ઉત્પત્તિને સમજી શકાય. મોટા ભાગના વૈજ્ઞાનિકોનો વિશ્વાસ રાસાયણિક ઉદ્વિકાસમાં છે એટલે કે જીવનના પ્રથમ કોષીય સ્વરૂપોના દૃશ્યમાન થયા પૂર્વે જૈવિક અણુઓ નિર્માણ પામ્યા. પ્રથમ સજીવો પૃથ્વીની ઘટનાઓ જેમ કે જીવના પ્રથમ સ્વરૂપનું શું થયું ? તેનો આધાર પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ (કાર્બનિક) ઉદ્વિકાસ જેવા ડાર્વિનના વિચાર પર છે. લાંબાં વર્ષો દરમિયાન જીવંત સ્વરૂપોમાં વિવિધતા આવી છે. એવું માનવામાં આવે છે કે વસ્તીમાં ભિન્નતાઓ થવાની એ ચલિત યોગ્યતાને પરિણામે છે. અન્ય ઘટના જેવી કે નિવાસસ્થાન વિભાજન અને જનીનિક વિચલન (genetic drift) આ વિવિધતાઓને નવી જાતિઓ અને તેથી ઉદ્વિકાસ તરફ દોરી જાય છે. શાખાકીય અવતરણનું સ્પષ્ટીકરણ સમાનતાએ કર્યું. તુલનાત્મક અંતઃસ્થવિદ્યા, અશ્મિઓ અને તુલનાત્મક જૈવરાસાયણશાસ્ત્ર ઉદ્વિકાસના પુરાવા પૂરા પાડે છે. કોઈ એક જ જાતિની ઉદ્વિકાસની કથાઓ પૈકી આધુનિક માનવના ઉદ્વિકાસની કથા સૌથી રોચક છે અને લાગે છે કે માનવ-મગજ અને ભાષામાં સમાંતર ઉદ્વિકાસ ચાલે છે.

સ્વાધ્યાય

1. ડાર્વિનના પસંદગીવાદના પરિપ્રેક્ષ્યમાં બેક્ટેરિયામાં જોવા મળતી પ્રતિજૈવિક પ્રતિકારકતાનું સ્પષ્ટીકરણ કરો.
2. સમાચારપત્રો અને લોકપ્રિય વૈજ્ઞાનિક લેખોમાંથી કોઈ નવા અશ્મિઓની શોધ અથવા ઉદ્વિકાસ સંબંધિત મતભેદોની જાણકારી પ્રાપ્ત કરો.
3. જાતિ શબ્દની સ્પષ્ટ વ્યાખ્યા આપવા પ્રયત્ન કરો.
4. માનવ-ઉદ્વિકાસનાં વિભિન્ન પાસાંઓને શોધો (સંકેત : મગજનું કદ અને કાર્ય, કંકાલ-બંધારણ, ખોરાકની પસંદગી વગેરે).
5. ઇન્ટરનેટ અને લોકપ્રિય વૈજ્ઞાનિક લેખો દ્વારા શોધો કે શું માનવ સિવાયના કોઈ પ્રાણીઓમાં સ્વ-સભાનતા છે ?
6. ઇન્ટરનેટ સંસાધનોનો ઉપયોગ કરીને આજના આધુનિક 10 પ્રાણીઓ અને તેમનાં પ્રાચીન અશ્મિઓની જોડ બનાવો. બંનેનાં નામ આપો.
7. વિવિધ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં ચિત્રો દોરવાની પ્રેક્ટિસ કરો.
8. અનુકૂલિત પ્રસરણનું એક ઉદાહરણ વર્ણવો.
9. શું આપણે માનવ-ઉદ્વિકાસને અનુકૂલિત પ્રસરણ કહી શકીએ ?
10. વિવિધ સંસાધનો જેવા કે શાળાનું પુસ્તકાલય અથવા ઇન્ટરનેટનો ઉપયોગ અને તમારા શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરી કોઈ પણ એક પ્રાણીના ઉદ્વિકાસીય તબક્કા શોધો. જેમકે ઘોડો.

એકમ 8

માનવ-કલ્યાણમાં જીવવિજ્ઞાન (Biology in Human Welfare)

પ્રકરણ 7

માનવ-સ્વાસ્થ્ય અને રોગો

પ્રકરણ 8

માનવ-કલ્યાણમાં

સૂક્ષ્મજીવો

જીવવિજ્ઞાન, નૈસર્ગિક વિજ્ઞાનની સૌથી તરુણ ઔપચારિક વિદ્યાશાખા છે. જીવવિજ્ઞાનની તુલનામાં ભૌતિક અને રસાયણવિજ્ઞાનમાં પ્રગતિ ખૂબ જ ઝડપથી થયેલી છે. આપણા રોજિંદા જીવનમાં જીવવિજ્ઞાનની સાપેક્ષે ભૌતિક અને રસાયણવિજ્ઞાનનો ઉપયોગ ઘણો વધારે થાય છે. જોકે 20મી અને 21મી સદીમાં માનવ-કલ્યાણમાં ખાસ કરીને સ્વાસ્થ્યક્ષેત્રમાં અથવા કૃષિ-ક્ષેત્રમાં જીવવિજ્ઞાનના જ્ઞાનનો ઉપયોગ સ્પષ્ટ રીતે વ્યક્ત કરેલો છે. પ્રતિજૈવિકો (antibiotics) તેમજ સંશ્લેષિત વનસ્પતિજન્ય વ્યુત્પન્ન પામેલ દવાઓ અને નિશ્ચેતકો વગેરેની શોધે એક તરફ ચિકિત્સા-વ્યવસાય અને બીજી તરફ માનવ-સ્વાસ્થ્યના ક્ષેત્રમાં અભૂતપૂર્વ પરિવર્તન કરેલું છે. આ વર્ષોમાં માનવના જીવનની સંભાવનામાં નાટકીય રીતે પરિવર્તન આવેલા છે. માનવસમૂહમાં કૃષિ મહાવરા, ખોરાકની પ્રક્રિયા અને નિદાનશાસ્ત્ર એ સામાજિક, સાંસ્કૃતિક પરિવર્તન ઉત્પન્ન કરેલું છે. આ એકમમાં નીચે આપેલ બે પ્રકરણોમાં સંક્ષિપ્ત વિવરણ રજૂ કરવામાં આવેલું છે.



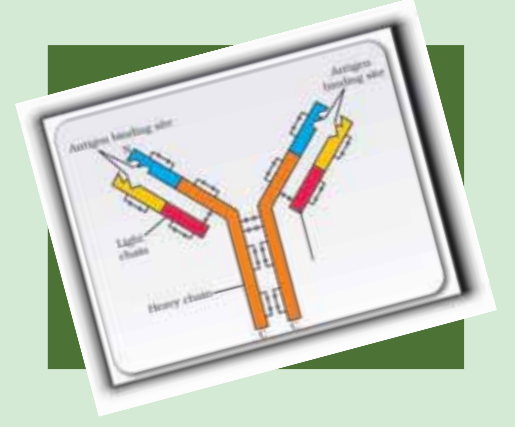


એમ. એસ. સ્વામીનાથન
(M. S. Swaminathan)
(1925)

એમ. એસ. સ્વામીનાથનનો જન્મ ઓગસ્ટ, 1925માં તમિલનાડુના કુમ્બાકોનમમાં થયો હતો. મોનકામ્બુ સાંબાસિવન સ્વામીનાથને (Monkambu Sambasivan Swaminathan) મદ્રાસ (ચેન્નાઈ) વિશ્વવિદ્યાલયમાંથી વનસ્પતિવિજ્ઞાનમાં સ્નાતક અને સ્નાતકોત્તર પદવીઓ પ્રાપ્ત કરી હતી. તેમણે ભારતવર્ષ તેમજ વિદેશોમાં આવેલી કેટલીક સંસ્થાઓમાં અલગ - અલગ હોદ્દાઓ પર કાર્ય કર્યું તેમજ વનસ્પતિ સંવર્ધન અને જનીનવિદ્યામાં તેમની વિદ્વતાનો વિકાસ કર્યો હતો.

ભારતીય કૃષિવિજ્ઞાન અનુસંધાન સંસ્થા (IARI – Indian Agriculture Research Institute)માં આવેલી કોષ જનીન વિદ્યાશાખા તથા વિકિરણ સંશોધન કેન્દ્રમાં તેમણે તેમજ તેમના સાથીદારોએ ટૂંકા સમયમાં વધુ ઉત્પાદન આપવાવાળી ડાંગરની જાતો વિકસાવી તેમાં સુગંધિત બાસમતીનો પણ સમાવેશ થાય છે. તેઓ પાક-અલ્પાહાર (crop cafeteria), પાક-કાર્યક્રમ (crop scheduling) અને જનીનિક રીતે સુધારેલી તેમજ ગુણવત્તાસભર પેદાશો વગેરે સાથે સંબંધિત ધારણાઓનો વિકાસ કરનાર વૈજ્ઞાનિક તરીકે પણ ઓળખાય છે.

સ્વામીનાથને નોર્મન બોરલોગ (Norman Borlaug)ની સાથે મળીને કાર્ય આરંભ કર્યું કે જેના પરિણામ સ્વરૂપે ભારતવર્ષમાં ઘઉંની મેક્સિકન જાતોના પ્રવેશથી સીમાંત ઉત્કર્ષમય ‘હરિત ક્રાંતિ’ આવી. તેમના આ કાર્યને ખૂબ જ માન્યતા પ્રાપ્ત થઈ તેમજ પ્રશંસા પ્રાપ્ત થઈ. તેઓ ‘લેબ-ટુ-લેન્ડ’ કાર્યક્રમના તથા ખાદ્ય-સુરક્ષા અને કેટલાક અન્ય પર્યાવરણીય કાર્યક્રમોના પ્રારંભકર્તા રહ્યા છે. તેમને રાજકીય સન્માન ‘પદ્મભૂષણ’ તથા કેટલીક ઉત્કૃષ્ટ સંસ્થાઓ દ્વારા પ્રતિષ્ઠાપૂર્ણ પુરસ્કાર, મેડલ અને ફેલોશિપ મળવાનું ગૌરવ પ્રાપ્ત થયેલું છે.



પ્રકરણ 7

માનવ-સ્વાસ્થ્ય અને રોગો (Human Health and Disease)

7.1 માનવમાં સામાન્ય રોગો

7.2 પ્રતિકારકતા

7.3 એઈડ્સ

7.4 કેન્સર

7.5 નશાકારક પદાર્થો અને
આલ્કોહોલનો દુરુપયોગ

સ્વાસ્થ્યને લાંબા સમયથી શરીર અને મનની એવી સ્થિતિ માનવામાં આવતી હતી, જેમાં દેહના કેટલાક વાત, પિત્ત અને કફ જેવા દોષો (humors)નું સંતુલન જળવાઈ રહેતું હતું. પ્રાચીન ગ્રીકના હિપોક્રેટિસ તેમજ ભારતીય આયુર્વેદિક ચિકિત્સા તંત્ર પણ આ જ માનતું હતું. એવું માનવામાં આવતું હતું કે, ‘કાળું પિત્ત’ (blackbile) ધરાવતા વ્યક્તિ ગરમ મિજાજવાળા હતા અને તેમને તાવ રહેતો હતો. આ પ્રકારના તારણ પાછળ માત્ર શુદ્ધ વિચારધારા હતી. પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિઓ દ્વારા વિલિયમ હાર્વેએ કરેલ રુધિર-પરિવહનની શોધ અને થરમોમિટરના ઉપયોગ દ્વારા નિદર્શન કર્યું કે કાળું પિત્ત ધરાવતા વ્યક્તિઓના શરીરમાં તાપમાન સામાન્ય હતું; તેનાથી સ્વાસ્થ્યની ‘સારી તરલ’ (good humor) વિશેની પરિકલ્પના ખોટી પુરવાર થઈ. પછીનાં વર્ષોમાં, જીવવિજ્ઞાને દર્શાવ્યું કે ચેતાતંત્ર અને અંતઃસ્રાવી તંત્ર આપણા પ્રતિકાર તંત્રને અસર કરે છે અને તેના દ્વારા પ્રતિકાર તંત્ર આપણું સ્વાસ્થ્ય જાળવી રાખે છે. આમ, મન અને માનસિક અવસ્થા આપણી તંદુરસ્તીને અસર કરે છે. એમાં કોઈ સંદેહ નથી કે આપણું સ્વાસ્થ્ય નીચે આપેલ બાબતોથી પ્રભાવિત થાય છે :

- જનીનિક ખામીઓ - ખામીયુક્ત બાળકનો જન્મ થાય છે અને ખામીઓની અસરો જે બાળકને જન્મથી જ તેનાં માતાપિતા પાસેથી વારસામાં મળે છે.
- ચેપ અને
- આપણી જીવનશૈલી જેમાં ખોરાક જે આપણે ખાઈએ છીએ, પાણી જે આપણે પીએ છીએ, આરામ અને વ્યાયામ કે જે શરીરને આપણે આપીએ છીએ. આદતો, જે આપણે ધરાવીએ છીએ અથવા તેનો અભાવ હોય છે.



સ્વાસ્થ્ય શબ્દ લોકો દ્વારા વારંવાર વપરાય છે. તેને કઈ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય ? તેનો અર્થ માત્ર ‘રોગની અનઉપસ્થિતિ’ કે ‘શારીરિક સ્વસ્થતા નથી’. તેને સંપૂર્ણપણે શારીરિક, માનસિક અને સામાજિક અર્થમાં લઈ શકાય. જ્યારે લોકો સ્વસ્થ હોય છે ત્યારે તેઓ વધુ સક્ષમતાથી કામ કરી શકે છે. જેનાથી ઉત્પાદકતામાં વધારો થાય છે અને આર્થિક સમૃદ્ધિમાં વધારો થાય છે. સ્વાસ્થ્ય એ આયુષ્ય વધારે છે તેમજ શિશુ અને માતાના મૃત્યુદરમાં ઘટાડો કરે છે.

સારું સ્વાસ્થ્ય જાળવી રાખવા માટે સંતુલિત આહાર, વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા અને નિયમિત વ્યાયામ પણ ખૂબ જ અગત્યના છે. શારીરિક અને માનસિક સ્વાસ્થ્ય પ્રાપ્ત કરવા માટે પ્રાચીનકાળથી યોગનો અભ્યાસ પણ કરાય છે. રોગો પ્રત્યે જાગૃતતા અને શરીરનાં વિવિધ કાર્યો પર તેમની અસરો, ચેપગ્રસ્ત રોગો સામે રસીકરણ (vaccination), ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનો યોગ્ય નિકાલ, વાહકોનું નિયંત્રણ તેમજ આરોગ્યપ્રદ ખોરાક અને પાણીના સ્ત્રોતોની જાળવણી વગેરે સારું સ્વાસ્થ્ય મેળવવા માટે જરૂરી છે.

જ્યારે શરીરનાં એક કે વધુ અંગો કે તંત્રોનાં કાર્યોની પ્રતિકૂળ અસરો થાય, જેને કારણે વિવિધ ચિહ્નો કે લક્ષણો જોવા મળે છે, ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે આપણે સ્વસ્થ (તંદુરસ્ત) નથી એટલે કે આપણને રોગ (disease) થયો છે. રોગોને મોટે ભાગે ચેપી (infectious) તેમજ બિનચેપી (non-infectious) જેવા સમૂહોમાં વહેંચવામાં આવે છે. જે રોગો એક વ્યક્તિમાંથી બીજી વ્યક્તિમાં સરળતાથી ફેલાય તેને ચેપી રોગ (infectious diseases) કહે છે. ચેપી રોગો સામાન્ય છે અને આપણે ક્યારેક તેના શિકાર થઈએ જ છીએ. કેટલાક ચેપી રોગો જેવાં કે એઈડ્સ (AIDS) ઘાતક છે. બિનચેપી રોગોમાં કેન્સર મૃત્યુનું મુખ્ય કારણ છે. નશાકારક પદાર્થો (drugs) અને આલ્કોહોલનું સેવન પણ આપણા સ્વાસ્થ્યને પ્રતિકૂળ રીતે પ્રભાવિત કરે છે.

7.1 માનવમાં સામાન્ય રોગો (Common Diseases in Humans)

મનુષ્યમાં રોગો સર્જવા માટે અનેક સજીવો જેવાં કે, બેક્ટેરિયા, વાઈરસ, ફૂગ, પ્રજીવ, કૃમિ જવાબદાર છે. આવા રોગપ્રેરક સજીવોને રોગકારકો (pathogens) કહેવાય છે. આમ, બધા પરોપજીવીઓ રોગકારકો છે; કારણ કે, તેઓ યજમાનના દેહમાં કે દેહ ઉપર રહીને તેને નુકસાન પહોંચાડે છે. રોગકારકો આપણા શરીરમાં અનેક પ્રકારે પ્રવેશી, ગુણન પામી, આપણી આવશ્યક ક્રિયાઓમાં ખલેલ પહોંચાડે છે. પરિણામે, બાહ્યકાર અને કાર્યાત્મક ક્ષતિ સર્જાય છે. રોગકારકો માટે જરૂરી છે કે તેઓ યજમાનના અંતઃ પર્યાવરણ અનુસાર પોતાનું જીવન અનુકૂળિત કરે. ઉદાહરણ તરીકે, જે રોગકારકો આંત્રમાર્ગમાં પ્રવેશે છે તેઓમાં જઠરના નિમ્ન pHમાં જીવંત રહેવા અને ભિન્ન પાચક ઉત્સેચકોનો પ્રતિરોધ કરવાની ક્ષમતા હોવી જોઈએ. રોગકારક સજીવોના વિવિધ વર્ગોનાં સ્વરૂપો અને તેમના દ્વારા થતા રોગો વિશે આપણે અહીં ચર્ચા કરીશું. આ ઉપરાંત તેઓના પ્રતિકાર અને નિયંત્રણના ઉપાયોને પણ અહીં સંક્ષિપ્તમાં વર્ણવ્યા છે.

સાલ્મોનેલા ટાઈફી (*Salmonella typhi*) એ રોગકારક જીવાણુ છે જે મનુષ્યમાં ટાઈફોઈડ (typhoid)નો તાવ પ્રેરે છે. સામાન્ય રીતે આ રોગકારક દૂષિત આહાર અને પાણી દ્વારા નાના આંતરડામાં પ્રવેશે છે અને ત્યાંથી તે રુધિર દ્વારા શરીરનાં અન્ય અંગોમાં પહોંચે છે. આ રોગનાં સામાન્ય લક્ષણો—સતત વધુ તાવ (39° સેથી 40° સે), નબળાઈ, પેટમાં દુઃખાવો, કબજિયાત, માથું દુખવું અને ભૂખ ન લાગવી. તીવ્રતાની સ્થિતિમાં આંત્રમાર્ગમાં કાણાં પડવા અને મૃત્યુ પણ સંભવિત છે. આ રોગનું નિદાન વિડાલ ટેસ્ટ (Widal Test) દ્વારા થાય છે. મેડિકલક્ષેત્રે આનું ઉત્કૃષ્ટ ઉદાહરણ મેરી મેલોન



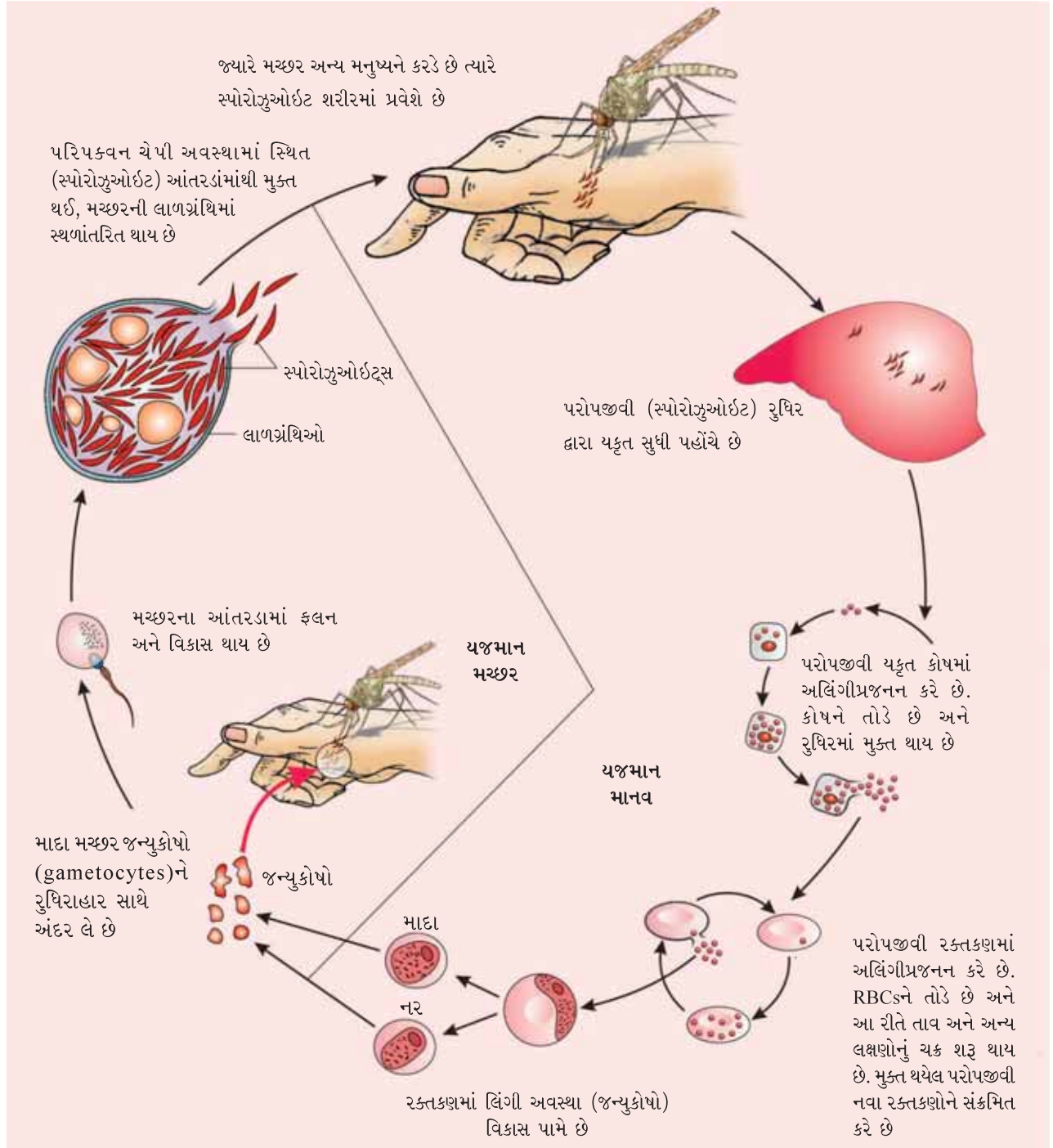
(Mary Mallon) છે. જેમનું ઉપનામ ટાઈફોઇડ મેરી છે. જે વ્યાવસાયિક રીતે રસોયણ હતી અને તેણીના દ્વારા બનાવવામાં આવતા ખોરાક દ્વારા તેઓ વર્ષો સુધી આ રોગના વાહક બની રહ્યા.

સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ ન્યુમોની (*Streptococcus pneumoniae*) અને હીમોફિલસ ઇન્ફ્લ્યુએન્ઝા (*Haemophilus influenzae*) જેવા જીવાણુ મનુષ્યમાં ન્યુમોનિયા (pneumonia) પ્રેરવા માટે જવાબદાર છે. જે ફેફસાંમાંના વાયુકોષ્ઠો (હવાભરેલી કોથળીઓ)ને સંક્રમિત કરે છે. જેને પરિણામે વાયુકોષ્ઠો પ્રવાહીથી ભરાતા, શ્વસનસંબંધી ગંભીર સમસ્યાઓ સર્જાય છે. આ રોગનાં લક્ષણોમાં તાવ, ઠંડી, કફ અને માથું દુખવું વગેરે છે. તીવ્ર સ્થિતિમાં હોઈ અને આંગળીઓના નખ ભૂખરાથી વાદળી રંગના થઈ જાય છે. સ્વસ્થ મનુષ્યમાં તેનો ફેલાવો રોગિષ્ઠ વ્યક્તિ દ્વારા ખાંસી કે છીંક દ્વારા મુક્ત કરવામાં આવેલાં બિંદુકો (droplets) અથવા એરોસોલ્સ (વાયુવલયો -aerosols) શ્વાસ દ્વારા અંદર લેવાથી કે રોગિષ્ઠ વ્યક્તિનાં ગ્લાસ તેમજ વાસણોને વાપરવાથી થાય છે. અતિસાર (મરડો-dysentery), પ્લેગ, ડિપ્થેરિયા વગેરે મનુષ્યમાં થતા અન્ય જીવાણુજન્ય રોગો છે.

ઘણા વાઈરસ પણ મનુષ્યમાં રોગકારક હોય છે. જેમાંનો એક સમૂહ રિન્નો વાઈરસ (rhino virus), જે મનુષ્યમાં સૌથી વધુ સંક્રમિત રોગ સામાન્ય શરદી (common cold) ફેલાવે છે. તે નાક અને શ્વસનમાર્ગને સંક્રમિત કરે છે. જ્યારે ફેફસાંને સંક્રમિત કરતાં નથી. તેનાં સામાન્ય લક્ષણોમાં- નાક બંધ થવું (nasal congestion) અને તેમાંથી સ્નાવ થવો, ગળું સુકાવવું (sore throat), ઘસારો (hoarseness), કફ, માથું દુખવું, થાક લાગવો વગેરે, જે 3-7 દિવસ સુધી જોવા મળે છે. દર્દીની ખાંસી કે છીંક દ્વારા નીકળતાં બિંદુકો જ્યારે સ્વસ્થ વ્યક્તિ દ્વારા શ્વાસમાં અંદર લેવાથી કે પેન, પુસ્તક, પ્યાલો, દરવાજાના હેન્ડલ, કમ્પ્યુટરનાં કી-બોર્ડ કે માઉસ વગેરે દ્વારા પણ તેનો ફેલાવો થાય છે.

મનુષ્યમાં કેટલાક રોગો પ્રજીવો દ્વારા પણ થાય છે. તમે મેલેરિયા (malaria) વિશે સાંભળ્યું જ હશે. તે એક એવો રોગ છે કે જેની સામે મનુષ્ય વર્ષોથી લડી રહ્યો છે (સામનો કરી રહ્યો છે). આ રોગ માટે પ્લાઝમોડિયમ નામનું નાનું પ્રજીવ જવાબદાર છે. પ્લાઝમોડિયમની ભિન્ન જાતિઓ (*P. vivax*, *P. malariae* *P. falciparum*) વિવિધ પ્રકારના મેલેરિયા માટે જવાબદાર છે. આમાંથી પ્લાઝમોડિયમ ફાલ્સીપેરમ દ્વારા થતો મેલેરિયા સૌથી ગંભીર છે અને તે ઘાતક પણ હોઈ શકે છે.

ચાલો, આપણે પ્લાઝમોડિયમના જીવનચક્ર પર પણ દ્રષ્ટિ કરીએ (આકૃતિ 7.1). સંક્રમિત એનોફિલિસ માદા મચ્છર જ્યારે મનુષ્યને કરડે છે ત્યારે પ્લાઝમોડિયમ સ્પોરોઝોઓઈટ સ્વરૂપે મનુષ્યના દેહમાં પ્રવેશે છે. શરૂઆતમાં આ પરોપજીવી યકૃત કોષોમાં ગુણન પામે છે અને પછી રક્તકણો પર આક્રમણ કરે છે. જેથી તેઓ ફાટી જાય છે. રક્તકણોના ફાટવાથી એક વિષ પદાર્થ હીમોઝોઈન મુક્ત થાય છે. જેને અનુસરીને દર 3થી 4 દિવસે ઠંડી લાગે છે અને વધુ તાવ પ્રેરાય છે. આ તબક્કે માદા એનોફિલિસ મચ્છર ચેપી વ્યક્તિને કરડે છે ત્યારે આ પરોપજીવી મચ્છરના શરીરમાં પ્રવેશે છે. જ્યાં તેમનો વિકાસ આગળ થાય છે ત્યાં તેઓ ગુણન પામીને સ્પોરોઝોઓઈટ સર્જે છે. જે મચ્છરની લાળગ્રંથિમાં સંગૃહીત થાય છે અને જ્યારે આ માદા એનોફિલિસ મચ્છર કોઈ વ્યક્તિને કરડે છે ત્યારે આ પરોપજીવી તેના શરીરમાં પ્રવેશે અને તેઓનો વિકાસ ઉપર જણાવ્યા મુજબ અહીં થાય છે. અહીં રસપ્રદ વાત એ છે કે, મેલેરિયાના પરોપજીવીને પોતાનું જીવનચક્ર પૂર્ણ કરવા માટે બે યજમાનની જરૂર પડે છે - મનુષ્ય અને મચ્છર, (આકૃતિ 7.1); માદા એનોફિલિસ મચ્છર આ રોગના વાહક છે.



આકૃતિ 7.1 : પ્લાઝમોડિયમના જીવનચક્રના તબક્કાઓ

મનુષ્યના મોટા આંતરડામાં જોવા મળતા પરોપજીવી પ્રજીવ એન્ટામીબા હિસ્ટોલાયટિકા (*Entamoeba histolytica*) દ્વારા અમીબીઆસિસ (amoebiasis) કે અમીબીય મરડો (amoebic dysentery) થાય છે. તેનાં લક્ષણોમાં કબજિયાત થવી, ઉદરમાં દુખાવો અને ખેંચાણ, મળમાં અતિશ્લેષ્મ અને રુધિરની ગાંઠો જોવા મળે છે. ઘરમાખીઓ આ રોગના યાંત્રિક વાહકો છે, જે ચેપગ્રસ્ત મળમાંના પરોપજીવીને ખોરાક તેમજ તેની પેદાશો સુધી વહન કરી તેને દૂષિત કરે છે. આ રીતે મળ દ્વારા દૂષિત થયેલ પીવાનું પાણી અને ખોરાક આ ચેપ કે ફેલાવાના મુખ્ય સ્ત્રોત છે.



કરમિયા જેવા ગોળકૃમિ અને વુકેરેરિયા જેવા ફિલારીઅલ કૃમિ (હાથીપગાનું કૃમિ) મનુષ્યમાં રોગકારક છે. આંત્રમાર્ગીય પરોપજીવી કરમિયું એ એસ્કેરીઆસીસ (કૃમિજન્ય રોગ) માટે જવાબદાર છે. આ રોગનાં લક્ષણો- આંતરિક રક્તસ્રાવ, સ્નાયુમય દુખાવો, તાવ, એનીમિયા અને આંત્રમાર્ગમાં અવરોધ છે. ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના મળ સાથે આ પરોપજીવીનાં ઈંડાં બહાર આવે છે. માટી, પાણી તેમજ વનસ્પતિઓને દૂષિત કરે છે. સ્વસ્થ વ્યક્તિમાં તેનો ફેલાવો આવા દૂષિત પાણી, શાકભાજી, ફળ વગેરેના સેવનથી થાય છે.

વુકેરેરિયા (*W. bancrofti* અને *W. malayi*) ફિલારીઅલ કૃમિ (હાથીપગાનું કૃમિ) છે. જેઓ પશ્ચિમીગોની લસિકાવાહિનીઓમાં ધીમે-ધીમે દીર્ઘકાલીન સોજો (chronic inflammation) સર્જી વર્ષો સુધી તેઓ તેમાં (યજમાનમાં) રહે છે. જેથી આ રોગને હાથીપગો (elephantiasis) કે ફિલારિઆસિસ (filariasis) કહે છે (આકૃતિ 7.2). ઘણી વાર આ રોગથી જનનાંગો પણ પ્રભાવિત થાય છે, જેથી ઘણી મોટી વિકૃતિઓ સર્જાઈ શકે છે. રોગવાહક માદા મચ્છર જ્યારે સ્વસ્થ વ્યક્તિને કરડે છે ત્યારે આ રોગકારક તે વ્યક્તિના શરીરમાં ફેલાય છે.



આકૃતિ 7.2 : હાથીપગાને લીધે એક પગના નીચેના ભાગમાં સોજો દર્શાવતી આકૃતિ

માઈકોસ્પોરમ, ટ્રાઇકોફાઇટોન અને એપિડર્મોફાઇટોન (*Microsporum, Trichophyton, Epidermophyton*) જેવી ફૂગ મનુષ્યમાં દાદર (ringworm) માટે જવાબદાર છે કે જે મનુષ્યમાં મોટા ભાગના ચેપી રોગો પૈકી એક છે. શરીરના વિવિધ ભાગો જેવાં કે ત્વચા, નખ અને શિરોત્વચા (scalp) વગેરે પર તે શુષ્ક, શલ્કીય ઉગરડાં (scaly lesions) સ્વરૂપે દેખાય છે. જે આ રોગનાં મુખ્ય લક્ષણો છે (આકૃતિ 7.3). આવા જખમમાં તીવ્ર ખંજવાળ આવે છે. જે હૂંફાળા અને ભેજયુક્ત વાતાવરણ ફૂગમાં વૃદ્ધિ પ્રેરે છે. ગડીયુક્ત ત્વચાસ્થાને જેમ કે, જાંઘપ્રદેશ તેમજ પગની આંગળીઓ આવા વિસ્તારો છે. દાદર સામાન્યપણે માટી કે ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના ટુવાલ, કપડાં કે કાંસકાનો ઉપયોગ કરવાથી થાય છે.



આકૃતિ 7.3 : ગોળકૃમિથી ત્વચાનો અસરગ્રસ્ત વિસ્તાર દર્શાવેલ આકૃતિ

અનેક ચેપી રોગોના અવરોધ અને નિયંત્રણ માટે વ્યક્તિગત તેમજ જનસમુદાય સ્વચ્છતા જાળવવી અગત્યની છે. વ્યક્તિગત સ્વચ્છતામાં શરીરને ચોખ્ખું રાખવું; પીવા માટે શુદ્ધ પાણી, ખોરાક, શાકભાજી વગેરેના સેવનનો સમાવેશ થાય છે. જનસમુદાય સ્વચ્છતામાં નકામા તેમજ ઉત્સર્ગ પદાર્થોનો યોગ્ય નિકાલ, જળાશયો, કુંડ (pool), ખાળકૂવા (cess pool), ટાંકી વગેરેની સમયાંતરે સફાઈ તેમજ ચોખ્ખા રાખવા તદુપરાંત લોક-ઉપભોગ્ય (public catering)માં પણ સ્વચ્છતાનાં ધારાધોરણનું પાલન થાય તે જોવું જરૂરી છે. આવા ઉપાયો વિશિષ્ટરૂપે એવાં સ્થાનો પર અનિવાર્ય છે કે જ્યાં ચેપી રોગકારકો ખોરાક અને પાણીના માધ્યમ દ્વારા ફેલાતા હોય જેવાં કે, ટાઈફોઇડ, એમીબીઆસિસ, એસ્કેરીઆસિસ વગેરે. ન્યુમોનિયા અને શરદી જેવા હવાપ્રેરિત (air-borne) રોગોમાં ઉપર્યુક્ત જણાવેલ ઉપાયોના ઉપચારરૂપે ચેપી વ્યક્તિના ગાઢ સંપર્ક તેમજ તેમના દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાયેલ વસ્તુઓનો ઉપયોગ ટાળવો જોઈએ. કીટકો દ્વારા ફેલાતા રોગ જેવાં કે મેલેરિયા અને ફિલારિઆસિસમાં મહત્વપૂર્ણ બાબત એ છે કે, રોગવાહકો અને તેમનાં પ્રજનનસ્થળો (breeding site)નું નિયંત્રણ અને તેમનો નાશ આવશ્યક છે. આ હેતુ સિદ્ધ કરવા માટે રહેણાંક વિસ્તારમાં અને તેની આસપાસ પાણીને જમા ન થવા દેવું, ઘરમાં વપરાતા કુલરની નિયમિત સફાઈ કરવી, મચ્છરદાનીનો ઉપયોગ કરવો, મચ્છરોના ડિમ્બને ખાઈ જતી ગેમ્બુસિયા માછલીનો ઉપયોગ કરવો, ખાડા, ડ્રેનેજ (પાણીનો નિકાલ),



દલદલ (કાદવ) જેવાં સ્થાનોએ કીટનાશક દવાઓનો છંટકાવ કરવો જરૂરી છે. આ ઉપરાંત, દરવાજા અને બારીઓમાં જાળી લગાવવી જેથી મચ્છરનો પ્રવેશ અટકાવી શકાય. ભારતમાં મોટા પાયે હાલમાં રોગવાહક (*Aedes-એડીસ* મચ્છર) દ્વારા ફેલાયેલ ડેન્ગ્યૂ અને ચિકનગુનિયા જેવા વ્યાપક રૂપમાં ફેલાયેલ રોગોના સંદર્ભમાં આવા ઉપાયો મહત્વપૂર્ણ છે.

જીવવિજ્ઞાન ક્ષેત્રે થયેલ પ્રગતિને કારણે આપણને અનેક ચેપી રોગોની ટક્કર ઝીલવા માટેના કારગત પ્રયાસો પ્રાપ્ત થયા છે. રસી અને પ્રતિરક્ષાકરણ જેવા કાર્યક્રમોને કારણે શીતળા જેવો જીવલેણ રોગ જડમૂળથી દૂર થયો છે. રસીના ઉપયોગની પોલિયો, ડિપ્થેરિયા, ન્યુમોનિયા અને ટિટેનસ જેવા અનેક ચેપી રોગોને મહદંશે નિયંત્રિત કરી ચૂક્યા છીએ. જૈવ તકનીકી (જેના વિશે તમે પ્રકરણ 10માં અભ્યાસ કરશો) દ્વારા નવી અને વધુ સુરક્ષિત રસીઓ બનાવી શકાઈ છે. એન્ટિબાયોટિક્સ (પ્રતિજૈવિકો) તેમજ અન્ય દવાઓનાં સંશોધન દ્વારા ચેપી રોગોનો પ્રભાવી રૂપથી ઉપચાર કરવા માટે સક્ષમતા કેળવાય છે.

7.2 પ્રતિકારકતા (Immunity)

દરરોજ આપણે મોટી સંખ્યામાં રોગકારકોનો સામનો કરી રહ્યા છીએ. પરંતુ, આમાંના થોડાક જ આપણને રોગ પ્રેરે છે. શા માટે ? આનું કારણ એ છે કે, આપણું શરીર મોટા ભાગના આ બાહ્ય કારકો (પરજાત કે પ્રતિજન) સામે રક્ષણ મેળવી લે છે. પ્રતિકાર તંત્રને કારણે આવા રોગકારક સજીવો સામે લડવાની યજમાનની ક્ષમતાને **પ્રતિકારકતા (immunity)** કહેવાય છે.

પ્રતિકારકતા બે પ્રકારની છે : (i) જન્મજાત પ્રતિકારકતા (Innate immunity) અને (ii) ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતા (Acquired immunity)

7.2.1 જન્મજાત પ્રતિકારકતા (Innate Immunity)

જન્મજાત પ્રતિકારકતા બિનચોક્કસ (non-specific) રક્ષણ છે, જે જન્મસમયે હાજર જ હોય છે. આ પ્રતિકારકતા આપણા શરીરમાં બાહ્ય કારકોના પ્રવેશ સામે વિવિધ પ્રકારના અવરોધો (અંતરાયો = barriers) સર્જવાથી પ્રાપ્ત થાય છે. આ પ્રતિકારકતામાં ચાર પ્રકારના અવરોધો કે અંતરાયો સર્જાય છે.

- (i) **શારીરિક અંતરાય (Physical barriers)** : આપણી ત્વચા એ મુખ્ય ભૌતિક અંતરાય છે, જે સૂક્ષ્મ જીવોના પ્રવેશને અટકાવે છે. શ્વસનમાર્ગ, જઠરાંત્રીય માર્ગ અને મૂત્રજનન માર્ગના અસ્તરમાં આવેલ અધિચ્છદ પેશીનું શ્લેષ્માવરણ પણ શરીરમાં પ્રવેશતા જીવાણુઓને અટકાવવામાં મદદ કરે છે.
- (ii) **દેહધાર્મિક અંતરાય (Physiological barriers)** : જઠરમાંના અમ્લ (એસિડ), મુખમાંની લાળ, આંખોના અશ્રુ વગેરે રોગકારકોની વૃદ્ધિને અવરોધે છે.
- (iii) **કોષાંતરીય અંતરાય (Cellular barriers)** : આપણા દેહમાંના કેટલાક શ્વેતકણો (WBCs) જેવાં કે બહુરૂપી કેન્દ્રીય શ્વેતકણ (polymorphonuclear leukocytes-PMNL તટસ્થકણો) અને એકકેન્દ્રીય કણો (monocytes) તેમજ રુધિરમાં રહેલા લસિકાકોષોના પ્રકાર તરીકે નૈસર્ગિક મારક કોષો (natural killer lymphocytes) ઉપરાંત પેશીઓમાં બૃહદ્ કોષો (macrophages) એ જીવાણુઓનું ભક્ષણ અને તેઓનો નાશ કરી શકે છે.



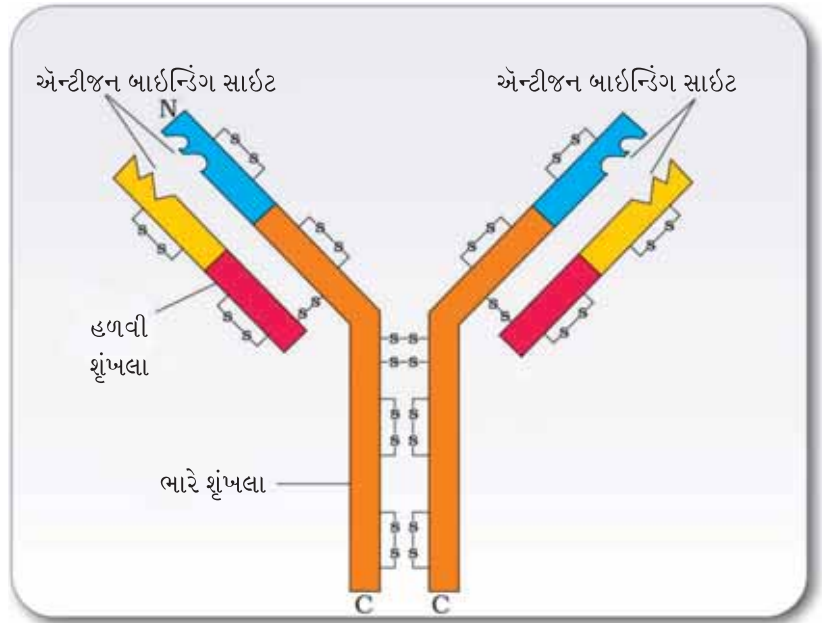
(iv) **કોષરસીય અંતરાય (cytokine barriers)** : વાઈરસગ્રસ્ત કોષો ઇન્ટરફેરોન (interferons) કહેવાતા પ્રોટીનનો સ્રાવ કરે છે કે જે અન્ય બિનચેપી કોષોને વાઈરસના ચેપથી રક્ષિત કરે છે.

7.2.2 ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતા (Acquired Immunity)

બીજા બાજુ, ઉપાર્જિત રોગપ્રતિકારકતા વિશિષ્ટ છે. તે સ્મૃતિ આધારિત છે. આનો અર્થ એ થાય છે કે જ્યારે આપણું શરીર પહેલી વાર કોઈ રોગકારકના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે તે પહેલો પ્રતિચાર આપે છે જેને નિમ્ન તીવ્રતાનો **પ્રાથમિક પ્રતિચાર (primary response)** કહે છે. ત્યાર બાદ તે જ રોગકારકનો સામનો થાય ત્યારે ઉચ્ચ તીવ્રતાનો દ્વિતીય કે સ્મૃતિ આધારિત અનિયમિત પ્રતિચાર (**secondary or anamnestic response**) આપે છે. આનો અર્થ એ થાય કે આપણા શરીરને પ્રથમ હુમલાની સ્મૃતિ છે.

પ્રાથમિક અને દ્વિતીય પ્રતિચાર આપણા રુધિરમાં હાજર રહેલા બે પ્રકારના લસિકાકોષો દ્વારા થાય છે - **B-લસિકા કોષો, T-લસિકા કોષો.**

રોગકારકોના પ્રતિચાર સમયે **B-કોષો** આપણા રુધિરમાં પ્રોટીનનું સૈન્ય સર્જે છે. જેથી તે રોગકારકો સામે લડી શકે. આ પ્રોટીન સૈન્યને પ્રતિદ્રવ્ય (એન્ટીબોડી) કહેવાય છે. **T-કોષો** એન્ટીબોડી સર્જતા નથી પરંતુ **B-કોષો**ને એન્ટીબોડીના નિર્માણમાં સહાય કરે છે. પ્રત્યેક એન્ટીબોડીની આણ્વિક રચનામાં ચાર પોલિપેપ્ટાઈડ શૃંખલાઓ આવેલ છે - બે નાની હળવી શૃંખલા (**light chain**) અને બે ભારે શૃંખલાઓ (**heavy chain**) માટે તેને H_2L_2 સ્વરૂપે દર્શાવાય છે. આપણા શરીરમાં વિવિધ પ્રકારના એન્ટીબોડી સર્જાય છે - IgA, IgM, IgE, IgG વગેરે. આકૃતિ 7.4માં એન્ટીબોડીની રચના આપેલ છે. એન્ટીબોડી રુધિરમાં જોવા મળે છે, માટે તેમને **તરલ પ્રતિકારકતા પ્રતિચાર (humoral immune response)** કહેવાય છે. જે ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતાના બે પ્રકારોમાંનો એક છે -



આકૃતિ 7.4 : એન્ટીબોડી અણુની સંરચના

એન્ટીબોડી મધ્યસ્થી (antibody mediated) તેનો બીજો પ્રકાર કોષીય મધ્યસ્થી પ્રતિકારકતા (**cell mediated immunity-CMI**) છે. **T-લસિકા કોષો CMI**નું માધ્યમ બને છે. જ્યારે હૃદય, આંખ, યકૃત, મૂત્રપિંડ જેવાં અંગો સંતોષજનક રૂપમાં કામ કરવાનું બંધ કરે છે ત્યારે એકમાત્ર ઉપચાર પ્રત્યારોપણ (transplantation) હોય છે, જેથી રોગી સામાન્ય જીવન જીવી શકે. ત્યારે યોગ્ય દાતાની શોધ શરૂ થઈ જાય છે. *એવું શા માટે કે પ્રત્યારોપણ માટે કોઈ પણ દાતાનાં અંગો કેમ લઈ શકતાં નથી ? એવું શું છે કે ચિકિત્સકો (ડૉક્ટરો) તપાસે છે ? કોઈ પણ સ્રોત - પશુ, અન્ય પ્રાઈમેટ કે કોઈ પણ મનુષ્યજાતિના અંગનું આરોપણ થઈ શકતું નથી. કારણ કે, તરત કે પછી દર્દીનું શરીર તે અંગને નકારશે. કોઈ પણ આરોપણ / પ્રત્યારોપણ પહેલાં પેશીની સંગતતા અને રુધિર સંગતતા*



અતિઆવશ્યક હોય છે અને તે પછી પણ રોગીને પોતાના જીવનપર્યંત પ્રતિકાર-અવરોધકો (immune-suppressants)ને લેવા પડે છે. શરીર ‘સ્વજાત’ અને ‘પરજાત’નો ભેદ પારખવા સક્ષમ છે અને કોષી-મધ્યસ્થી કરે તેવી પ્રતિકારકતા પ્રત્યારોપિત અંગનો અસ્વીકાર કરવા માટે જવાબદાર છે.

7.2.3 સક્રિય અને નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા (Active and Passive immunity)

જ્યારે યજમાન પ્રતિજન (એન્ટીજન)ના સંપર્કમાં આવે છે, ત્યારે યજમાનના દેહમાં પ્રતિદ્રવ્ય (એન્ટીબોડી)નું સર્જન થાય છે. એન્ટીજન જીવંત, મૃત કે અન્ય પ્રોટીન સ્વરૂપે હોઈ શકે છે. આ પ્રકારની પ્રતિકારકતાને **સક્રિય પ્રતિકારકતા (active immunity)** કહે છે. સક્રિય પ્રતિકારકતા ધીમી હોય છે અને તેનો પૂર્ણ પ્રભાવશાળી પ્રતિચાર આપવામાં સમય માંગી લે છે. પ્રતિરક્ષણ દરમિયાન ઈરાદાપૂર્વક જીવાણુઓની રસી આપવી અથવા નૈસર્ગિક સંક્રમણ દરમિયાન ચેપી જીવોને શરીરમાં દાખલ કરવા એ સક્રિય પ્રતિકારકતાને પ્રેરે છે. જ્યારે શરીરમાં તૈયાર એન્ટીબોડી દાખલ કરવામાં આવે તો તેને **નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા (passive immunity)** કહેવાય છે. શું તમે જાણો છો કે નવજાત શિશુ માટે માતાનું દૂધ કેમ અતિઆવશ્યક ગણવામાં આવે છે ? દુગ્ધસ્રવણ (lactation)ના પ્રારંભિક દિવસોમાં માતાના સ્તનમાંથી સ્રવતું પીળાશપડતું પ્રવાહી **કોલોસ્ટ્રોમ (colostrum)**માં એન્ટીબોડી IgA વિપુલ માત્રામાં હોય છે. જે શિશુને રક્ષિત કરે છે. ગર્ભાવધિકાળ દરમિયાન બ્રૂણને પણ જરાયુ દ્વારા માતાના રુધિરમાંથી કેટલાક એન્ટીબોડી પ્રાપ્ત થાય છે જે નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતાનાં કેટલાંક ઉદાહરણ છે.

7.2.4 રસીકરણ અને પ્રતિકારકતા (Vaccination and Immunisation)

રસીકરણ કે પ્રતિકારકતાનો સિદ્ધાંત પ્રતિકાર તંત્રની સ્મૃતિના ગુણ પર આધારિત છે. રસીકરણમાં રોગપ્રતિકારક પ્રોટીન (રોગકારકનું એન્ટીજેનિક પ્રોટીન) કે નિષ્ક્રિય/નબળા રોગકારક (રસી) તૈયાર કરી શરીરમાં દાખલ કરાય છે. આ એન્ટીજન વિરુદ્ધ શરીરમાં ઉત્પન્ન થતા એન્ટીબોડી વાસ્તવિક ચેપ દરમિયાન રોગકારકોની અસર નાબૂદ કરે છે. આ રસી પણ સ્મૃતિ આધારિત B અને T-કોષો સર્જે છે. જે રોગકારકોને ઝડપથી ઓળખી, વિપુલ માત્રામાં એન્ટીબોડીનું સર્જન કરી હુમલાખોર એન્ટીજનને હરાવી દે છે. જ્યારે કોઈ વ્યક્તિ એવા કોઈ ઘાતક જીવાણુઓથી સંક્રમિત થાય છે ત્યારે તેને તાત્કાલિક ધોરણે એન્ટીબોડીની આવશ્યકતા હોય છે; જેમકે ટિટેનસ (ધનુર)માં, વ્યક્તિના શરીરમાં તૈયાર એન્ટીબોડી (પ્રતિદ્રવ્ય) કે એન્ટીટોક્સિન વિષકારક પદાર્થ દાખલ કરવામાં આવે છે. સર્પદંશ જેવા કિસ્સામાં પણ રોગિષ્ઠને જે ઇન્જેક્શન આપવામાં આવે છે તેમાં સર્પવિષ (venom) વિરુદ્ધ તૈયાર કરેલ એન્ટીબોડી હોય છે. આ પ્રકારની પ્રતિકારકતાને **નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા (passive immunisation)** કહેવાય છે.

પુનઃસંયોજિત DNA ટેકનોલોજી દ્વારા જીવાણુ કે ચીસ્ટમાં રોગકારકની એન્ટીજેનિક પોલીપેપ્ટાઇડ શૃંખલા સંશ્લેષિત કરવામાં આવે છે. આ રીતે રસીનું મોટા પાયે ઉત્પાદન શક્ય બન્યું છે અને તેથી પ્રતિકારકતાના હેતુસર રસીની ઉપલબ્ધિ ખૂબ વધી છે, ઉદાહરણ : હિપેટાઈટીસ-Bની રસી ચીસ્ટમાંથી બનાવવામાં આવે છે.



7.2.5 એલર્જી (Allergies)

તમારી સાથે આવું ઘણી વાર બન્યું હશે, જ્યારે તમે કોઈ નવી જગ્યાએ ગયાં હશો અને અચાનક કોઈ પણ કારણ વગર ઈર્ક (sneezing), કફને લીધે ગળામાં સસણી બોલવી (wheezing) વગેરે જેવા અનુભવો થયા હશે અને જેવા તમે એ સ્થાનેથી દૂર જાઓ છો, તો આ લક્ષણ ગાયબ થઈ જાય છે. આપણામાંના કેટલાક પર્યાવરણમાં હાજર રહેલા કેટલાક કણો પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે. ઉપર્યુક્ત પ્રતિક્રિયા પરાગરજ, જીવાતો પ્રત્યેની એલર્જીના કારણે આવું થાય છે. જે અલગ-અલગ સ્થાનોએ ભિન્ન-ભિન્ન પ્રકારની હોય છે.

પર્યાવરણમાં હાજર રહેલા કેટલાક પ્રતિજન પ્રત્યે પ્રતિકાર તંત્ર દ્વારા અપાતા વધુપડતા પ્રતિચારને એલર્જી (allergy) કહે છે. એવા પદાર્થો, જેમના પ્રત્યે આવો પ્રતિચાર સર્જાય છે તેમને એલર્જી પ્રેરકો (allergens) કહેવાય છે. તેમના માટે સર્જાતાં એન્ટીબોડી IgE પ્રકારના હોય છે. એલર્જીક્સનાં સામાન્ય ઉદાહરણો - ધૂળમાં રહેલ જીવાત, પરાગરજ, પ્રાણીઓનો ખોડો વગેરે છે. એલર્જીનાં લક્ષણોમાં - ઈર્ક, આંખમાંથી પાણી નીકળવું, નાકમાંથી પ્રવાહી પડવું અને શ્વાસ લેવામાં તકલીફ પડવી વગેરેનો સમાવેશ છે. એલર્જી થવાનું કારણ માસ્ટ કોષોમાંથી સ્રવતા હિસ્ટેમાઈન અને સેરોટોનીન રસાયણો છે. એલર્જીનું કારણ જાણવા માટે દર્દીને સંભવિત એલર્જીક્સના સંપર્કમાં લાવવામાં આવે છે અથવા એલર્જીક્સની થોડી માત્રા શરીરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે અને પ્રતિક્રિયાનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. એન્ટી-હિસ્ટેમાઈન, એડ્રિનાલીન અને સ્ટેરોઈડ જેવા ઔષધો દ્વારા એલર્જીના લક્ષણને ઝડપથી ઘટાડી શકાય છે. પરંતુ, આધુનિક જીવનશૈલીના ફળસ્વરૂપ લોકોમાં પ્રતિકારકતા ઘટી છે અને એલર્જીક્સ પ્રત્યેની સંવેદનશીલતા વધી છે. ભારતનાં મોટાં શહેરોમાં મોટા ભાગે બાળકોની પર્યાવરણ પ્રત્યેની સંવેદનશીલતાને કારણે તેઓ એલર્જી અને અસ્થમા (દમ)નો શિકાર બની રહ્યા છે. આનું કારણ, બાળકના જીવનની શરૂઆતથી જ તેઓને વધુપડતા સુરક્ષિત પર્યાવરણમાં રાખવું તે છે.

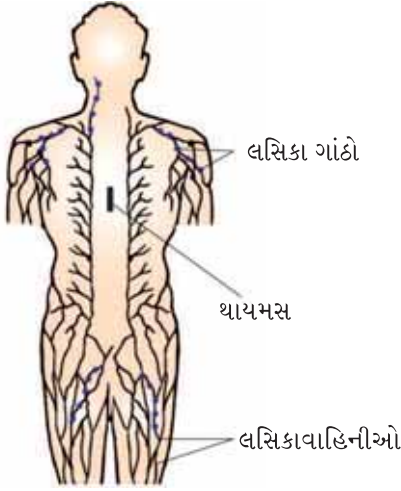
7.2.6 સ્વપ્રતિકારકતા (Auto Immunity)

ઉચ્ચ કક્ષાના પૃષ્ઠવંશીઓમાં, સ્મૃતિ આધારિત ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતાનો આધાર સ્વજાત અને પરજાત (ઉદાહરણ : રોગકારકો) વચ્ચેનો ભેદ પારખવાની ક્ષમતા પર આધારિત છે. જોકે હજી સુધી તેનો આધાર સમજી શક્યા નથી. તેને બે ઉપસિદ્ધાંતો (corollaries)થી સમજી શકાય. (i) ઉચ્ચ કક્ષાના પૃષ્ઠવંશીઓ પરજાત અણુઓ તેમજ પરજાત સજીવોને અલગ પાડી શકે છે. મોટા ભાગનું પ્રાયોગિક પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન આ પાસા પર ચાલે છે. (ii) કેટલીક વખત જનીનિક કે બીજા અજ્ઞાત કારણસર શરીર પોતાના જ કોષો પર હુમલો કરે છે, જેના પરિણામે શરીરને નુકસાન થાય છે. જેને સ્વપ્રતિરક્ષા (auto-immune) રોગ કહે છે. સંધિવા (rheumatoid arthritis) એ આપણા સમાજમાં થતો સ્વપ્રતિરક્ષાનો રોગ છે.

7.2.7 શરીરમાં રોગપ્રતિકારક તંત્ર (Immune system in the Body)

મનુષ્યના પ્રતિકારક તંત્રમાં લસિકા અંગો, પેશીઓ, કોષો અને એન્ટીબોડી જેવા દ્રાવ્ય અણુઓનો સમાવેશ થાય છે. આપણું પ્રતિકારક તંત્ર, વિશિષ્ટ છે જે પરજાત એન્ટીજનને ઓળખે છે. તેનો પ્રતિચાર આપે છે તેમજ તેને યાદ રાખે છે. પ્રતિકાર તંત્રમાં એલર્જીની પ્રક્રિયા એ સ્વરોગ પ્રતિકારકતા અને અંગ પ્રત્યારોપણમાં મહત્વનો ભાગ ભજવે છે.

લસિકા અંગો (Lymphoid Organs) : આ એવાં અંગો છે જ્યાં લસિકા કણોનું સર્જન અને / કે પરિપક્વન તથા વિભેદીકરણ થાય છે. પ્રાથમિક લસિકા અંગોમાં અસ્થિમજજા (bone marrow) અને થાયમસ (thymus)નો સમાવેશ થાય છે. જ્યાં અપરિપક્વ લસિકા કણો, એન્ટીજન સંવેદી લસિકા કણોમાં વિભેદિત થાય છે. પરિપક્વ બન્યા પછી લસિકા કણો દ્વિતીય લસિકા અંગો જેવાં કે બરોળ, લસિકા ગાંઠ, કાકડા, નાના



આકૃતિ 7.5 : લસિકા ગાંઠોનું રેખાંકિત નિરૂપણ

આંતરડાંના પેયર્સની ખંડિકાઓ (નાના આંતરડાની દીવાલમાં લસિકાપેશીઓનો વિસ્તાર કે જે આંતરડામાં રહેલા પ્રતિજન સામે પ્રતિકાર કરવાની ક્ષમતા સાથે સંકળાયેલ છે) અને આંત્રપૂચ્છમાં સ્થળાંતરિત થાય છે. દ્વિતીય લસિકા અંગો લસિકા કણોને એન્ટીજન સાથે પ્રક્રિયા કરવા માટેનું સ્થાન પૂરું પાડે છે અને પ્રક્રિયા પછી અસરકારક કોષ તરીકે તેને ઓળખ પૂરી પાડે છે. માનવદેહમાં વિભિન્ન લસિકા અંગોના સ્થાન આકૃતિ 7.5માં દર્શાવેલ છે.

અસ્થિમજ્જા મુખ્ય લસિકા અંગ છે, જેમાં લસિકાકણો કે લસિકાકોષો સહિત બધા રુધિર કોષો સર્જાય છે. થાયમસ એ ખંડમય અંગ છે, જે હૃદયની નજીક અને છાતીના અસ્થિની નીચે ગોઠવાયેલ છે. થાયમસ ગ્રંથિનું કદ જન્મસમયે મોટું હોય છે, પરંતુ ઉંમર વધવાની સાથે તે નાની થતી જાય છે અને કિશોરાવસ્થાએ તે ખૂબ નાના કદની બને છે. થાયમસ અને અસ્થિમજ્જા બંને T-લસિકાકોષોને પરિપક્વ થવા સૂક્ષ્મપર્યાવરણ પૂરું પાડે છે. બરોળ વટાણાના મોટા દાણા જેવું અંગ છે. તે મુખ્યત્વે લસિકા કણો અને ભક્ષક કોષો ધરાવે છે. તે રુધિરમાં સર્જાયેલ સૂક્ષ્મ

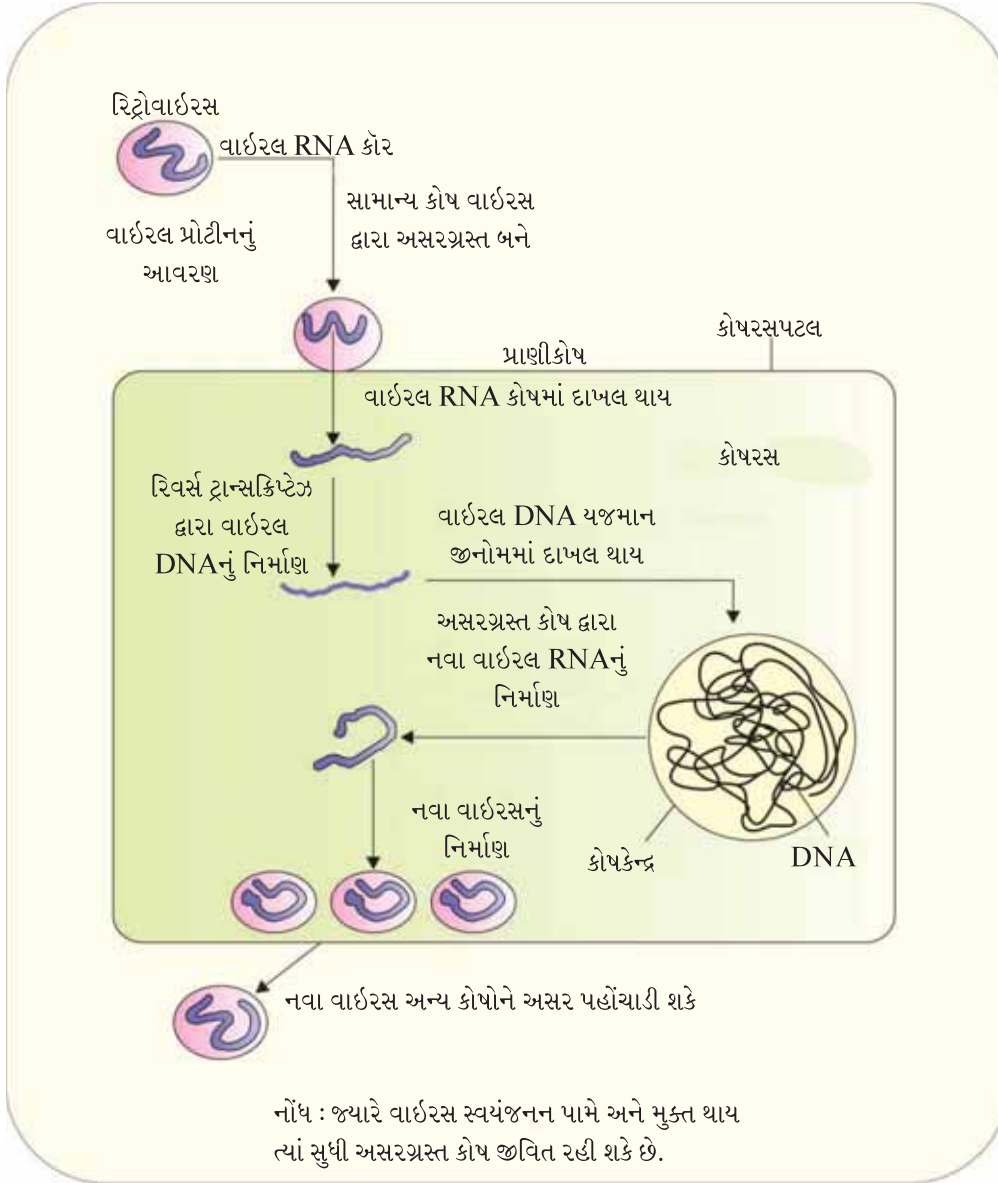
જીવોને જકડી રાખી રુધિરના ગાળણનું પણ કાર્ય કરે છે. બરોળ ઈરિથ્રોસાઈટ્સનું મોટું સંગ્રહસ્થાન છે. લસિકા ગાંઠ લસિકાતંત્રમાં વિવિધ સ્થાને આવેલ નાની સખત રચના છે. લસિકાગાંઠ લસિકા અને પેશીય જળમાં રહેલ સૂક્ષ્મ જીવો કે અન્ય એન્ટીજનોને જકડી રાખે છે. લસિકા ગાંઠમાં પકડાયેલ એન્ટીજન ત્યાં રહેલ લિમ્ફોસાઈટને સક્રિય કરે છે. આ લિમ્ફોસાઈટ પ્રતિકારક પ્રતિચાર આપે છે.

શ્વસનમાર્ગ, પાચનમાર્ગ અને મૂત્રજનનમાર્ગ જેવા અગત્યના માર્ગોના અસ્તર (lining)માં લસિકાપેશી આવેલ છે. જેને શ્લેષ્મ સંકલિત લસિકા પેશી (mucosal associated lymphoid tissue - MALT) કહે છે. તે મનુષ્યના શરીરની લસિકા પેશીનું 50 % જેટલું પ્રમાણ ધરાવે છે.

7.3 એઈડ્ઝ (AIDS)

AIDSનું પૂર્ણ નામ એક્વાયર્ડ ઇમ્યુનો ડેફિસિયન્સી સિન્ડ્રોમ (Acquired Immuno Deficiency Syndrome) છે. જેનો અર્થ થાય છે પ્રતિકારક તંત્રની ઊણપથી થતો રોગ, જે વ્યક્તિના જીવનકાળ દરમિયાન ઉપાર્જિત થાય છે, જે દર્શાવે છે કે તે જન્મજાત રોગ નથી. ‘સિન્ડ્રોમ’ એટલે લક્ષણોનો સમૂહ છે. આ રોગ સૌપ્રથમ 1981માં નોંધાયો હતો અને છેલ્લાં 25 વર્ષોમાં તે આખા વિશ્વમાં ફેલાયો છે, તેનાથી 25 મિલિયનથી પણ વધુ લોકો મૃત્યુ પામ્યા છે.

એઈડ્ઝ, હ્યુમન ઇમ્યુનો ડેફિસિયન્સી વાઈરસ (Human Immuno deficiency Virus- HIV)થી થાય છે. તે રિટ્રોવાઈરસ (retrovirus) સમૂહનો વાઈરસ છે, જે આવરણથી રક્ષિત RNA જનીન દ્રવ્ય ધરાવે છે (આકૃતિ 7.6). સામાન્ય રીતે એઈડ્ઝના ફેલાવા માટેનાં કારણો આ મુજબ છે : (a) ચેપી વ્યક્તિ સાથેના જાતીય સંબંધથી (b) દૂષિત રુધિર અને તેની નીપજોના ઉપયોગથી (c) ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાયેલ સીરિંજને કે સોયનો ઉપયોગ નશાકારકો દ્વારા કરવાથી (d) રોગિષ્ઠ માતા ગર્ભસ્થ શિશુને જરાયુ દ્વારા સંક્રમિત કરવાથી. આથી, એવા લોકો કે જેને આ રોગ થવાનું વધુ જોખમ રહેલું છે, તેમાં અનેક વ્યક્તિઓ સાથેના જાતીય સંબંધો, નશાકારક વ્યક્તિ કે જે ઇન્જેક્શનનો ઉપયોગ નશો કરવા માટે કરે છે, એવી વ્યક્તિઓ જેને વારંવાર રુધિરાધાનની જરૂર પડે છે અને HIVનો ચેપ ધરાવતી માતા દ્વારા જન્મતા બાળકનો સમાવેશ થાય છે. શું તમે જાણો છો કે વારંવાર રુધિરાધાન કરવાની જરૂર ક્યારે પડે છે ? તેને જાણો અને આવી એક યાદી બનાવો. અત્રે નોંધનીય છે કે HIV/AIDS માત્ર સ્પર્શ કે ભૌતિક



આકૃતિ 7.6 : રિટ્રોવાઈરસનું સ્વયંજનન

સંપર્કથી ફેલાતો નથી, તે માત્ર દેહપ્રવાહી દ્વારા ફેલાય છે. આથી આ પણ મહત્વનું છે કે, શારીરિક તેમજ મનોવૈજ્ઞાનિક (physiological) સ્વસ્થતા માટે HIV/AIDS ગ્રસ્ત વ્યક્તિને પરિવાર કે સમાજથી અલગ ન કરવી. ચેપ લાગવો અને એઈડ્સનાં લક્ષણો પ્રદર્શિત થાય તેની વચ્ચે હંમેશાં અંતરાલ હોય છે. આ અવધિ (અંતરાય) થોડાક મહિનાથી લઈને કેટલાંક વર્ષો (સામાન્યતઃ 5થી 10 વર્ષ) સુધીનો હોય છે.

વ્યક્તિના શરીરમાં પ્રવેશ્યા પછી આ વાઈરસ મેક્રોફેજ-macrophages- બૃહદ્ ભક્ષક કોષમાં પ્રવેશે છે, જ્યાં વાઈરસનું RNA જનીનદ્રવ્ય રિવર્સ ટ્રાન્સક્રિપ્ટેઝ ઉત્સેચકની મદદથી વાઈરલ DNAમાં સ્વયંજનન પામે છે. આ વાઈરલ DNA યજમાન કોષના DNAમાં દાખલ થાય છે અને યજમાન કોષમાંથી સીધા જ વાઈરસના અણુઓ પેદા કરે છે (આકૃતિ 7.6). આમ, મેક્રોફેજ વાઈરસ સર્જવાનું શરૂ કરે છે. આ રીતે તે HIVના કારખાના તરીકે વર્તે છે. આ દરમિયાન, HIV મદદકર્તા T-લસિકા કોષો (T_H)માં પ્રવેશે છે અને સ્વયંજનન પામી વાઈરસની સંતતિઓ સર્જે છે. આ રીતે નવા સર્જાયેલા



વાઈરસ રુધિરમાં મુક્ત થાય છે જે અન્ય મદદકર્તા T-લસિકા કોષો પર હુમલો કરે છે. આવું વારંવાર થવાથી ચેપી વ્યક્તિના શરીરમાં મદદકર્તા T-લસિકા કોષોની સંખ્યા ઘટે છે. આ સમય દરમિયાન વ્યક્તિને લાંબા સમય સુધી તાવ, ઝાડા અને વજન ઘટે જેવી સમસ્યાઓનો સામનો કરવો પડે છે. મદદકર્તા T-લસિકા કોષોની સંખ્યા ઘટવાને કારણે વ્યક્તિ બેક્ટેરિયા ખાસ કરીને માઈકોબેક્ટેરિયમ (*Mycobacterium*), વાઈરસ, ફૂગ તેમજ ટેક્સો પ્લાઝમા (*Taxo plasma*) જેવા પરોપજીવીઓના ચેપનો શિકાર બની શકે છે. રોગીની પ્રતિકારકતા એટલી ઘટી જાય છે કે તે આવા ચેપથી પોતાનું રક્ષણ કરવા અસમર્થ બને છે. AIDSના નિદાન માટે વ્યાપક રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી કસોટી એલિઝા (**Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay-ELISA**) છે. એન્ટી રિટ્રો વાઈરસ ઔષધો દ્વારા AIDSનો ઉપચાર આંશિક રીતે થઈ શકે છે. આ દવાઓ રોગીના સંભવિત મૃત્યુને ટાળી શકે છે, પરંતુ રોકી શકતી નથી, જે અનિવાર્ય છે.

એઈડ્સને અટકાવવાના ઉપાયો (Prevention of AIDS) : એઈડ્સને મટાડી શકાતો નથી, સાવધાની જ શ્રેષ્ઠ વિકલ્પ છે. આ ઉપરાંત, HIVનો ચેપ ઘણી વાર સભાન વર્તન પદ્ધતિ (conscious behaviours pattern)થી ફેલાય છે, નહિ કે ન્યુમોનિયા કે ટાઈફોઈડ જેવા રોગોની જેમ અજાણતા. એ વાત ઠીક છે કે રુધિરાધાન, નવજાત શિશુ (માતામાંથી) વગેરેમાં ચેપ નબળી કે ઓછી દેખરેખ રાખવાથી થઈ શકે છે. એક માત્ર બહાનું અવગણના પણ હોઈ શકે છે અને માટે સાચે જ કીધું છે કે - ‘અવગણનાને કારણે ન મરો’ (don’t die of ignorable). આપણા દેશમાં રાષ્ટ્રીય એઈડ્સ નિયંત્રણ સંસ્થાન - નેશનલ એઈડ્સ કન્ટ્રોલ ઓર્ગેનાઈઝેશન (NACO) અને અન્ય બિનસરકારી સંસ્થાઓ - નોન ગવર્નમેન્ટલ ઓર્ગેનાઈઝેશન્સ (NGOs) પણ લોકોને એઈડ્સની જાગૃતિ આપવા કાર્યરત છે. WHO પણ HIVના ચેપનો ફેલાવો અટકાવવા માટે સંખ્યાબંધ કાર્યક્રમો યોજે છે. બ્લડબેન્કના રુધિરને HIV મુક્ત કરવું, સાર્વજનિક તેમજ ખાનગી હોસ્પિટલ અને દવાખાનામાં ડિસ્પોઝેબલ સોય અને સીરિંજનો ઉપયોગ થાય તેવી વ્યવસ્થા કરવી, નિરોધનું મફત વિતરણ, નશાકારક પદાર્થોના દુરુપયોગ પર નિયંત્રણ, સુરક્ષિત યૌન સંબંધની હિમાયત કરવી, HIV સંભવિત વસાહતમાં સમયાંતરે નિયમિત ચેકઅપ કરાવવું વગેરે જેવા કાર્યક્રમોનો સમાવેશ થાય છે.

HIVનો ચેપ હોવો કે એઈડ્સ હોવો એ કોઈ એવી વાત નથી કે જેને છુપાવવી જોઈએ- કારણ કે જો તેને છુપાવી રાખવામાં આવે તો તે અન્ય વ્યક્તિઓમાં પણ ફેલાઈ શકે છે. સમાજમાં HIV/AIDS ગ્રસ્ત વ્યક્તિઓને મદદ અને સહાનુભૂતિની જરૂર હોય છે, તેમજ તેમને અપરાધી દૃષ્ટિથી જોવા ન જોઈએ. જ્યાં સુધી સમાજ તેને એક એવી સમસ્યા સ્વરૂપે નહિ જુએ કે જેનું સમાધાન સામૂહિક રીતે થઈ શકે છે, ત્યાં સુધી રોગનો વ્યાપક સ્વરૂપે ફેલાવો અનેકગણો થવાની સંભાવના છે. આ એક એવી વ્યાધિ છે જેનો ફેલાવો સમાજ અને ચિકિત્સક વર્ગના સહિયારા પ્રયાસથી રોકી શકાય છે.

7.4 કેન્સર (Cancer)

કેન્સર એ ભયંકર રોગમાંનો એક છે, કે જેનાથી વિશ્વમાં મોટે ભાગે મૃત્યુ થાય છે. ભારતમાં દસ લાખથી પણ વધુ લોકો કેન્સરથી પીડાય છે અને વર્ષે તેમાના ઘણાં લોકો તેનાથી મૃત્યુ પામે છે. કેન્સર થવાની પ્રક્રિયા અથવા સામાન્ય કોષોનું કેન્સર કોષોમાં રૂપાંતર (oncogenic transformation), તેની સારવાર તથા તેનું નિયંત્રણ એ જીવવિજ્ઞાન અને મેડિકલ ક્ષેત્રે ગહન સંશોધનનો વિષય છે.



આપણા શરીરમાં, કોષીય વૃદ્ધિ અને વિભેદીકરણની પ્રક્રિયા ઉચ્ચ કક્ષાએ નિયમિત અને નિયંત્રિત હોય છે. કેન્સર કોષોમાં નિયંત્રણની આ પ્રક્રિયા તૂટી જાય છે. સામાન્ય કોષો સંપર્ક નિષેધ (contact inhibition)ના ગુણધર્મ દર્શાવે છે. આ સંપર્ક નિષેધના ગુણને કારણે બીજી પેશીઓ સાથેનો તેમનો સંપર્ક તેમની અનિયંત્રિત વૃદ્ધિને અવરોધે છે. કેન્સરગ્રસ્ત કોષો આ ગુણ ગુમાવે છે. તેથી કેન્સર કોષો સતત કોષવિભાજન પામી, કોષોનો સમૂહ સર્જે છે. જેને ગાંઠ (tumor) કહે છે. આવી ગાંઠ બે પ્રકારની હોય છે : સાધ્ય (benign) અને અસાધ્ય (malignant) ગાંઠ. સાધ્ય ગાંઠ (benign tumors) પોતાના મૂળ સ્થાને સીમિત રહે છે અને તે શરીરના અન્ય ભાગોમાં ફેલાતી નથી તથા તેમના દ્વારા થોડુંક જ નુકસાન થાય છે. બીજી બાજુએ જોઈએ તો અસાધ્ય ગાંઠ (malignant tumors) એ પ્રસર્જિત કોષો (proliferating cells)નો સમૂહ છે, જેને નિઓપ્લાસ્ટિક ગાંઠ (neoplastic tumor) કે ગાંઠ કોષો (tumor cells) કહે છે. આ કોષો ખૂબ જ ઝડપથી વૃદ્ધિ પામી, આસપાસના કોષો પર હુમલો કરી તેમને હાનિ પહોંચાડે છે. આ કોષો ખૂબ જ ઝડપથી વિભાજન પામતા હોવાથી આવશ્યક પોષક દ્રવ્યો માટે સામાન્ય કોષો સાથે સ્પર્ધા કરી તેમને ભૂખ્યા મારી નાંખે છે (સામાન્ય કોષોને આવશ્યક પોષક તત્વોથી વંચિત રાખે છે). આવી ગાંઠમાંથી છૂટા પડેલા કોષો રુધિર દ્વારા દૂરસ્થ સ્થાને પહોંચી ત્યાં નવી ગાંઠ બનાવવાની શરૂ કરે છે. અસાધ્ય ગાંઠનો આ રોગવ્યાપ્તિ (metastasis)નો ગુણધર્મ ખૂબ જ ભયજનક છે.

કેન્સર થવાનાં કારણો (Causes of Cancer) : સામાન્ય કોષોને કેન્સરગ્રસ્ત નિઓપ્લાસ્ટિક કોષોમાં રૂપાંતરણ કરવાની પ્રક્રિયા ભૌતિક, રાસાયણિક અથવા જૈવિક કારકો દ્વારા થાય છે. કેન્સર ફેલાવતા કારકોને કેન્સરજન્સ (carcinogens) કહે છે. X-કિરણો અને ગામા કિરણો જેવાં આયનિક કિરણો અને UV જેવા બિનઆયનિક કિરણો DNAને ઈજા કરે છે. તેમજ તેમને નિઓપ્લાસ્ટિકમાં ફેરવે છે. તમાકુના ધુમાડામાં રહેલ રાસાયણિક કેન્સરજન પદાર્થો ફેફસાંમાં કેન્સર થવા માટે મુખ્ય રીતે જવાબદાર છે. કેન્સર પ્રેરતા વાઈરસને ઓન્કોજેનિક વાઈરસ (oncogenic viruses) કહે છે અને તેમના જનીનને વાઈરલ ઓન્કોજિન્સ (viral oncogenes) કહેવાય છે. આ ઉપરાંત, સામાન્ય કોષોમાં કોષીય ઓન્કોજિન્સ (cellular oncogenes) અથવા પ્રોટો-ઓન્કોજિન્સ (proto oncogenes) આવેલા છે. કોઈ ચોક્કસ પરિસ્થિતિમાં સક્રિય થાય છે ત્યારે સામાન્ય કોષોને તે કેન્સરગ્રસ્ત કોષોમાં ફેરવે છે.

કેન્સરની ચકાસણી અને નિદાન (Cancer detection and Diagnosis) : કેન્સર સમયસર વહેલાં ઓળખાઈ જાય તે ખૂબ જરૂરી છે કારણ કે, તેમ થવાથી કેટલાક કિસ્સાઓમાં આ રોગનો સફળતાપૂર્વક ઉપચાર શક્ય બન્યો છે. કેન્સરની ચકાસણી પેશીના બાયોપ્સી (biopsy) અને હિસ્ટોપેથોલોજિકલ (histopathological) અભ્યાસને આધારે થઈ શકે છે, જ્યારે લ્યૂકેમિયા (રુધિરનું કેન્સર) જેવા કિસ્સાઓમાં રુધિર અને અસ્થિમજ્જામાં વધતા જતા કોષોની માત્રાને ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે. બાયોપ્સીમાં, સંભવિત પેશીનો એક ટુકડો લઈ, તેનો પાતળો છેદ અભિરંજિત કરી પેથોલોજિસ્ટ દ્વારા સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં અભ્યાસ કરવામાં આવે છે (histopathological studies). શરીરનાં આંતરિક અંગોના કેન્સરની ચકાસણી માટે રેડિયોગ્રાફી (X-કિરણોનો ઉપયોગ), CT (computed tomography) અને MRI (magnetic resonance imaging) જેવી તકનીકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કોમ્પ્યુટેડ ટોમોગ્રાફીમાં X-કિરણોનો ઉપયોગ કરી કોઈ એક અવયવની આંતરિક રચનાનું ત્રિપારિમાણિક ચિત્ર પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે. MRIમાં તીવ્ર ચુંબકીય ક્ષેત્ર અને બિનઆયોનિક કિરણો વપરાય છે, જેનાથી જીવંત પેશીમાં થતા પેથોલોજિકલ અને દેહધાર્મિક (physiological) ફેરફારો જાણી શકાય છે.

કેટલાક નિશ્ચિત કેન્સરના પરીક્ષણ માટે કેન્સર નિર્દિષ્ટ પ્રતિજન (cancer-specific antigens) સામે પ્રતિદ્રવ્યો (antibodies)નો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આનુવંશિક રીતે થવાની સંભાવના હોય તેવા ચોક્કસ કેન્સરના નિદાન માટે આણ્વિક જીવવિજ્ઞાનની તકનીકોનો ઉપયોગ કરી જનીનોનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે.



આ જનીનોની ઓળખ, કે જે વ્યક્તિને નિશ્ચિત કેન્સર સામે પૂર્વવત્ (predispose) કરી શકે છે અને કેન્સરને અવરોધવા / અટકાવવામાં ઉપયોગી થઈ શકે છે. એવી વ્યક્તિઓ જેમને કેટલાક કેન્સરજનની હાજરીથી સંવેદનશીલ થવાની સંભાવના છે તેવી વ્યક્તિઓને તેમનાથી દૂર જ રહેવું સલાહભર્યું છે (દા.ત., તમાકુના ધુમાડાથી થતું ફેફસાંનું કેન્સર).

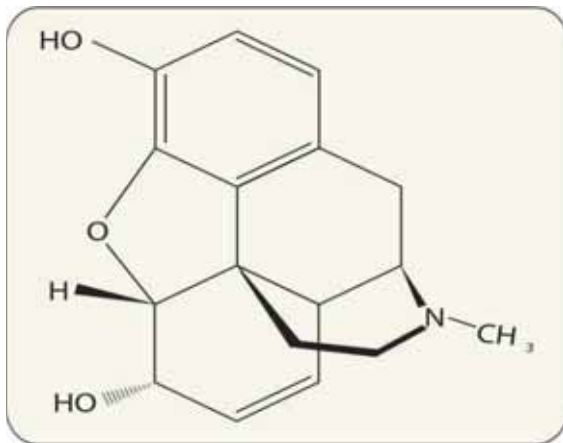
કેન્સરની સારવાર (Treatment of Cancer) : કેન્સરની સારવાર માટે સામાન્યતઃ શસ્ત્રક્રિયા, વિકિરણ સારવાર અને પ્રતિકારકતા સારવારનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. વિકિરણ સારવારમાં ગાંઠને ઘાતકરૂપે વિકિરણની સારવાર આપવામાં આવે છે, પરંતુ તેની આસપાસના સામાન્ય કોષોને ઈજા ન થાય તેની કાળજી રાખવામાં આવે છે. કેટલાંક રસાયણ ચિકિત્સક ઔષધો (chemotherapeutic drugs)નો ઉપયોગ કેન્સરગ્રસ્ત કોષોના નાશ માટે કરવામાં આવે છે. આમાંના કેટલાક ચોક્કસ ગાંઠ માટે નિશ્ચિત હોય છે. મોટા ભાગની દવાઓની આડઅસર હોય છે - જેવી કે, વાળ ઊતરવા, એનિમિયા વગેરે. મોટે ભાગે કેન્સરમાં શસ્ત્રક્રિયા, વિકિરણ અને રસાયણની સંયુક્ત સારવાર આપવામાં આવે છે. ગાંઠના કોષો પ્રતિકાર તંત્ર દ્વારા ઓળખ અને નાશથી બચી જાય છે. માટે જ દર્દીઓને જૈવિક પ્રતિચાર રૂપાંતરકો (biological response modifiers) કહેવાતા પદાર્થો જેવાં કે α -ઇન્ટરફેરોન આપવામાં આવે છે જેથી તેમનું પ્રતિકાર તંત્ર સક્રિય થાય છે અને આવી ગાંઠનો નાશ કરવામાં મદદરૂપ બને છે.

7.5 નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહોલનો દુરુપયોગ (Drugs and Alcohol Abuse)

આંકડાકીય સર્વેક્ષણ પરથી જાણી શકાય છે કે, કેફી પદાર્થો અને આલ્કોહોલનું સેવન યુવાનોમાં વધુ જોવા મળે છે. જેના કારણે ઘણી નુકસાનકારક અસરો ઉદ્ભવે છે. યુવાનોને આવી ભયજનક વર્તણૂકથી સુરક્ષિત કરવા તેમને યોગ્ય શિક્ષણ અને સલાહ અપાય તે જરૂરી છે જેથી તેઓ એક તંદુરસ્ત જીવનશૈલીને અનુસરી શકે.

સામાન્ય રીતે વપરાતા નશાકારકો (કેફી પદાર્થો)માં અફીણ, ચરસ અને કોકેઇનનો ઉપયોગ થાય છે. મોટા ભાગના આમાંના સપુષ્પી વનસ્પતિઓ અને કેટલીક ફૂગમાંથી મેળવવામાં આવે છે.

અફીણ (Opioids) એ એવું કેફી દ્રવ્ય છે જે મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર અને જઠરાંત્રીય માર્ગમાં હાજર રહેલા વિશિષ્ટ સંવેદનાગ્રાહીઓ સાથે જોડાણ સાધે છે. હેરોઇન (heroin) જેને સ્મેક કહે છે. તે રાસાયણિક રીતે ડાયએસિટાઇલ મોરફીન (diacetylmorphine) છે જે સફેદ, વાસહીન, કડવું, સ્ફટિકમય સંયોજન છે (આકૃતિ 7.7). જે મોરફીનના એસિટાઇલેશનથી મેળવવામાં આવે છે કે જે અફીણ - *Papaver somniferum* વનસ્પતિના દુગ્ધ (ક્ષીર-latex)માંથી મેળવવામાં આવે છે (આકૃતિ 7.8). જે સામાન્ય રીતે તેને નાસિકા દ્વારા (snorting) કે ઇન્જેક્શન દ્વારા લેવામાં આવે છે. હેરોઇન તણાવશામક (depressant) છે અને શરીરનાં કાર્યોને ધીમા પાડે છે.



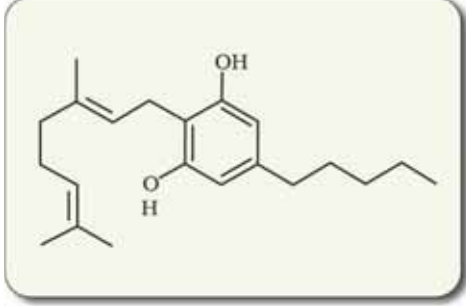
આકૃતિ 7.7 : મોરફીનનું રાસાયણિક બંધારણ



આકૃતિ 7.8 : અફીણનો છોડ (opium poppy)



કેનાબિનોઇડ્સ (Cannabinoids) એ રસાયણોનો સમૂહ છે, (આકૃતિ 7.9) જે મગજમાંના કેનાબિનોઇડ ગ્રાહકો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે. કુદરતી કેનાબિનોઇડ, ભાંગ (કેનાબિસ સટાઇવા- *Cannabis sativa*) (આકૃતિ 7.10) વનસ્પતિના પુષ્પવિન્યાસમાંથી મેળવવામાં આવે છે. કેનાબિસના ટોચના પુષ્પ, પર્ણ અને રેઝિન (રાળ)નો વિવિધ સંયોજનોમાં ઉપયોગ કરી મેરીજુઆના, હસીસ, ચરસ અને ગાંજાનું ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. સામાન્યતઃ અંતઃશ્વસન અને મુખ-અંતઃગ્રહણ દ્વારા લેવાતા માદક દ્રવ્ય શરીરના હૃદ પરિવહનતંત્ર (cardiovascular system)ને અસર કરે છે.



આકૃતિ 7.9 : કેનાબિનોઇડના અણુનું રાસાયણિક બંધારણ



આકૃતિ 7.10 : ભાંગ (*Cannabis sativa*)ની પર્ણી

કોકા આલ્કલોઇડ અથવા **કોકેઇન (cocaine)** જે દક્ષિણ અમેરિકાની વનસ્પતિ કોકા (ઇરિથ્રોક્સાઇલમ કોકા - *Erythroxylam coca*)માંથી મેળવવામાં આવે છે. જે ચેતાપ્રેષક દ્રવ્ય ડોપામાઇનના વહનમાં ખલેલ પહોંચાડે છે. કોકેઇન જેને સામાન્ય રીતે ‘કોકે’ કે ‘ક્રેક’ (**coke or crack**) કહીએ છીએ, તેને નાસિકા વાટે લેવામાં આવે છે. તે મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર માટે ઉત્તેજક છે, જે ઉત્સાહની અનુભૂતિ કરાવે છે અને ઊર્જામાં વધારો કરે છે. તેની વધુ માત્રા ભ્રામકતા પ્રેરે છે. અન્ય આવી ભ્રામકતા (hallucinogenic) પ્રેરક વનસ્પતિઓ એટ્રોપા બેલાડોના (*Atropa belladonna*) અને ધતૂરો છે (આકૃતિ 7.11). કેટલાક રમતવીરો પણ કેનાબિનોઇડનો દુરુપયોગ કરતા થયા છે.

બાર્બિટ્યુરેટ, એસ્કિટેમાઇન્સ, બેન્ઝોડાયએઝેપાઇન અને તેના જેવી અન્ય ડ્રગ્સ જે હતાશા (depression) અને અનિદ્રા (insomnia) જેવી મગજની બીમારીથી પીડાતા રોગીઓની સહાયતા માટે સામાન્ય રીતે ઔષધ સ્વરૂપે તેઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પરંતુ તેઓનો પણ દુરુપયોગ થાય છે. મોર્ફીન એ અસરકારક શાંતિદાયક કે દર્દશામક ઔષધ અને જેમને શસ્ત્રક્રિયા થઈ છે તેવા દર્દીઓ માટે ખૂબ જ ઉપયોગી છે. ભ્રામક ગુણ ધરાવતી વનસ્પતિઓ, ફળ, બીજનો વિશ્વભરમાં લોક ઔષધી, ધાર્મિક ઉત્સવો તેમજ અનુષ્ઠાનોમાં વર્ષોથી ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે. જ્યારે આ ઔષધો ચિકિત્સાના ઉપયોગ સિવાય અન્ય ઉદ્દેશ્યથી લેવામાં આવે ત્યારે તે કેટલી માત્રામાં કેટલી વાર લેવાયા છે, તેને કારણે વ્યક્તિના શારીરિક, દેહધાર્મિક કે માનસિક કાર્યોમાં ગરબડ કે વિક્ષેપ સર્જાય ત્યારે કહી શકાય કે, આ નશાકારક દવા (drug)નો દુરુપયોગ થયો છે.

ધૂમ્રપાન પણ આ તીવ્ર નશાકારક પદાર્થોના તીવ્ર ઉપયોગનો રસ્તો ખોલી આપે છે. તમાકુનો ઉપયોગ મનુષ્ય 400 વર્ષો કરતાં પણ વધુ સમયથી કરતો આવ્યો છે. તમાકુનો ઉપયોગ ધૂમ્રપાન,



આકૃતિ 7.11 : ધતૂરાની પુષ્પીય શાખા



ચાવવામાં અથવા છીંકણી તરીકે થાય છે. તમાકુમાં ઘણા રાસાયણિક પદાર્થો હોય છે જેમાંનો એક આલ્કોહોઈડ નિકોટીન છે. નિકોટીન દ્વારા એડ્રિનલ ગ્રંથિને ઉત્તેજના મળતા, તે એડ્રિનાલિન અને નોર એડ્રિનાલિનને રુધિર પ્રવાહમાં મુક્ત કરે છે અને રુધિરનું દબાણ તથા હૃદયના ધબકારા બંનેમાં વધારો કરે છે. ધૂમ્રપાન એ ફેફસાં, મૂત્રાશય અને ગળાના કેન્સરમાં, બ્રોન્કાઈટિસ, એમ્ફિસેમા, કોરોનરી સંબંધી હૃદયનો રોગ અને જઠરમાં ચાંદુ પડવું વગેરેમાં ઝડપથી વધારો પ્રેરે છે. તમાકુના ચાવવાથી મુખગુહાના કેન્સરનું જોખમ વધે છે. ધૂમ્રપાન રુધિરમાં કાર્બન મોનોક્સાઈડ (CO)નું પ્રમાણ વધારે છે અને હિમ (સમૂહ) બંધિત ઓક્સિજનની સાંદ્રતાને ઘટાડે છે, જેને પરિણામે શરીરમાં ઓક્સિજનની ઊણપ સર્જાય છે.

જ્યારે વ્યક્તિ સિગારેટનું પેકેટ ખરીદે છે ત્યારે એવું નથી બનતું કે તેની નજર સિગારેટના પેકેટ પર છાપેલી કાનૂની ચેતવણી પર તેનું ધ્યાન ન જાય. જે ધૂમ્રપાનથી સાવચેત કરે છે અને દર્શાવે છે કે તે કેવી રીતે સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક / જોખમી છે. આમ છતાં પણ યુવાનો અને વૃદ્ધો બંનેમાં આજકાલ ધૂમ્રપાનનું ચલણ વધ્યું છે. ધૂમ્રપાન અને તમાકુ ચાવવાના ભય અને તેની જો આદત પડવાવાળી પ્રવૃત્તિને કારણે, યુવાનો અને વૃદ્ધો બંનેએ આ આદતથી દૂર રહેવું જોઈએ. દરેક બંધાણીને સલાહ અને ચિકિત્સાસંબંધી માર્ગદર્શન આપી આ આદતમાંથી છૂટકારો આપવો જોઈએ.

7.5.1 કિશોરાવસ્થા અને નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહોલની કુટેવ (Adolescence and Drug / Alcohol Abuse)

કિશોરાવસ્થાનો અર્થ ‘એક સમયગાળો’ અને ‘એક ક્રિયા’ બંને છે, જે દરમિયાન એક બાળક પોતાની વર્તણૂક અને માન્યતા અનુસાર સમાજમાં જાતે પ્રભાવીપણે સહભાગી બની શકવા પરિપક્વ બને છે. વ્યક્તિની ઉંમરના 12થી 18 વર્ષ વચ્ચેના સમયને તરુણાવસ્થા કહે છે. બીજા શબ્દોમાં, તરુણાવસ્થા એ બાળપણ અને પુખ્તાવસ્થાને જોડનાર સેતુ છે. તરુણાવસ્થાની સાથે ઘણા જૈવિક અને વર્તણૂકીય ફેરફાર જોવા મળે છે. આમ, તરુણાવસ્થા એ વ્યક્તિનો માનસિક અને મનોવૈજ્ઞાનિક વિકાસનો ઘણો સંવેદનશીલ તબક્કો છે.

જિજ્ઞાસા, સાહસ અને ઉત્તેજના પ્રત્યે આકર્ષણ તથા પ્રયોગ કરવાની ઇચ્છા વગેરે આવાં સામાન્ય કારણો છે જે કિશોરોને નશાકારક પદાર્થો તેમજ આલ્કોહોલના સેવન માટે મજબૂર કરે છે. બાળકની પ્રાકૃતિક જિજ્ઞાસા આવા પ્રયોગ માટે તેને પ્રેરિત કરે છે. નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહોલના પ્રભાવને ફાયદાના રૂપમાં જોવાથી સમસ્યા વધુ જટિલ બની જાય છે. પછી તરુણો સમસ્યાથી નાસી છૂટવા તેનો ઉપયોગ કરવા લાગે છે. કેટલાક તરુણો ભણતરમાં અને પરીક્ષામાં ઉત્કૃષ્ટતા ન બતાવી શકતા તણાવ અને દબાણ હેઠળ કેફી પદાર્થ અને દારૂ પીવાનું શરૂ કરે છે. યુવાનોમાં એવી માન્યતા પણ છે કે ધૂમ્રપાન કરવું, નશાકારક પદાર્થો કે આલ્કોહોલનો ઉપયોગ કરવો એ વ્યક્તિ માટે ધીરગંભીરતા (cool) કે પ્રગતિશીલતા (progressive)નું પ્રતીક છે. આ બધી આદતો જ સેવન કરવા માટેનું મુખ્ય કારણ છે. ટેલિવિઝન, ચલચિત્રો, સમાચારપત્રો, ઇન્ટરનેટ જેવાં માધ્યમો પણ તેને વેગ આપે છે. કિશોરોમાં નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહોલની કુટેવનાં અન્ય કારણોમાં, કુટુંબકીય અસ્થિરતા કે એકબીજાને સહારો આપવાનો અભાવ તથા સમવયસ્કોના દબાણના અભાવનો પણ સમાવેશ થાય છે.



7.5.2 બંધાણી અને પરાધીનતા (Addiction and Dependence)

દેખીતી રીતે કેફી પદાર્થો લાભદાયી છે એવી સમજને કારણે તેનો ઉપયોગ વારંવાર થાય છે. સૌથી મહત્વની વાત એ છે કે, આલ્કોહોલ અને ડ્રગ્સની પ્રકૃતિ જે વ્યસની બનાવવાની છે તેમ છતાં તેઓ આ વાત સમજી શકતા નથી. વ્યસન મનોવૈજ્ઞાનિક જોડાણની ચોક્કસ અસરો ધરાવે છે. જેમકે, ઉલ્લાસની અનુભૂતિ અને ખુશ રહેવાની ક્ષણિક લાગણીઓને કારણે વ્યક્તિ કેફી પદાર્થો અને આલ્કોહોલ સાથે સંકળાય છે. જેથી વ્યક્તિ જ્યારે તેની જરૂર હોતી નથી કે તેનો ઉપયોગ સ્વયં વિનાશ પ્રેરે છે, છતાં તેનો ઉપયોગ કરે છે. કેફી પદાર્થોનો વારંવાર ઉપયોગ કરવાથી આપણા શરીરમાં રહેલા સંવેદના ગ્રાહકો (સંવેદનગ્રાહી અંગો)ની સહનશીલતાનો આંક ઊંચો જાય છે. જેને કારણે નશાકારક પદાર્થો કે આલ્કોહોલની ઉચ્ચ માત્રા જ સંવેદનાનો પ્રતિચાર અનુભવી શકે છે, કે જેથી તેને વધુ માત્રામાં લેવાની આદત પડી જાય છે. તેમ છતાં, એક વાત આપણા મગજમાં ઉતારવી રહી કે નશાકારક પદાર્થોનું એકવારનું પણ સેવન વ્યક્તિને બંધાણી તરફ દોરી જાય છે. આ રીતે નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહોલની વ્યસની કે બંધાણી ક્ષમતાને એક દુર્વ્યસની કે નીતિભ્રષ્ટ મિત્રવર્તુળ તરફ દોરી જાય છે કે જેથી આ પદાર્થોનું નિયમિત સેવન કરતું હોય છે તથા આ ચક્રમાંથી બહાર નીકળવું તે/તેણીના હાથની વાત રહેતી નથી. આમ, યોગ્ય માર્ગદર્શન કે પરામર્શનના અભાવથી વ્યક્તિ વ્યસની કે તેનો બંધાણી બની જાય છે અને તેના ઉપયોગથી પરાધીન બને છે.

પરાધીનતાને લીધે શરીરનું અમુક દિશામાં માનસિક વલણ સ્પષ્ટ થાય છે. જો નિયમિત કેફી પદાર્થ કે આલ્કોહોલને એકાએક ત્યાગ કરવાને લીધે તેને **વિદ્રોઅલ સિન્ડ્રોમ (withdrawal syndrome)** થાય છે. જેને લીધે બેચેની, કંપારી, ઉબકા અને પરસેવો વગેરે લક્ષણો જોવા મળે છે. જ્યારે ફરીથી તેનો ઉપયોગ થાય ત્યારે આનાથી રાહત મળી શકે છે. કેટલાક કિસ્સામાં વિદ્રોઅલ સિન્ડ્રોમ ગંભીર બને છે અને જીવન માટે જોખમી પણ બને છે જેથી વ્યક્તિને દાકતરી સારવાર આપવાની આવશ્યકતા પણ ઊભી થાય છે.

પરવશતાને કારણે દર્દી પોતાની જરૂરિયાતને પૂરી કરવા માટે જરૂરી ધન રાશિ પ્રાપ્ત કરવા માટે સામાજિક માપદંડોને દાવ પર લગાવી દે છે. જેને પરિણામે અનેક સામાજિક વ્યવસ્થાપનની મુશ્કેલીઓ સર્જાય છે.

7.5.3 નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહોલના દુરુપયોગની અસરો (Effects of Drugs/ Alcohol Abuse)

નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહોલના સેવનની તાત્કાલિક પ્રતિકૂળ અસરો વ્યક્તિમાં અવિચારી વર્તણૂક, વિધ્વંસ કે જંગલીપણું અને હિંસાના સ્વરૂપમાં પ્રગટ થાય છે. નશાકારક પદાર્થોની વધુ માત્રાથી શ્વસનતંત્રની નિષ્ફળતા, હૃદયની નિષ્ફળતા અથવા મગજમાં રક્તસ્રાવ (cerebral hemorrhage)ને કારણે વ્યક્તિ કોમા અને મૃત્યુ તરફ ધકેલાય છે. નશાકારક પદાર્થોનું સંયોજન કે આલ્કોહોલ સાથે તેમનું સેવન તેની વધુ માત્રા છે અને તે મૃત્યુ પણ પ્રેરે છે. યુવાનોમાં ડ્રગ્સ અને આલ્કોહોલની કુટેવનાં ચેતવણીભર્યા સામાન્ય લક્ષણોમાં શૈક્ષણિક કાર્યસિદ્ધિ પર માઠી અસર, કારણ વગર શાળા કે કોલેજમાં ગેરહાજરી, વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાની રુચિનો અભાવ, વિદ્રોઅલ, એકલતા, માનસિક તણાવ, થાક, આક્રમકતા અને બળવાખોરી, પરિવાર અને મિત્રો સાથે બગડતા સંબંધો, શોખમાં રસ ન પડવો, સૂવા અને ખાવાની આદતોમાં ફેરફાર થવો, વજન અને ભૂખમાં વધઘટ.



નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહોલના સેવનની દૂરોગામી અસરો પણ હોઈ શકે છે. જો બંધાણીને નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહોલ ખરીદવા પૈસા ન મળે તો તે ચોરી કરવા પ્રેરાય છે. તેની પ્રતિકૂળ અસરો માત્ર ડ્રગ્સ / આલ્કોહોલના સેવન કરવાવાળા વ્યક્તિ સુધી સીમિત હોતી નથી. ક્યારેક ડ્રગ્સ / આલ્કોહોલનો બંધાણી પોતાના પરિવાર કે અન્ય મિત્ર માટે પણ માનસિક અને આર્થિક સંકટનું કારણ બની શકે છે.

જે બંધાણી ડ્રગ્સને અંતઃશિરા દ્વારા (નીડલ કે સીરિંજની મદદથી સીધું શિરામાં ઇન્જેક્શન) લે, તો તેને એઈડ્સ અને હિપેટાઈટીસ-B (ઝેરી કમળો) થવાની શક્યતા રહે છે. આ રોગ માટેના વિષાણુ (viruses) ચેપી સોય કે સીરિંજ દ્વારા એક વ્યક્તિથી બીજી વ્યક્તિમાં ફેલાય છે. એઈડ્સ અને હિપેટાઈટીસ-B બંનેનું સંક્રમણ તીવ્ર હોય છે અને અંતે તે ઘાતક હોય છે. બંનેનો ફેલાવો જાતીય સંબંધ કે સંક્રમિત રુધિર દ્વારા થાય છે.

તરુણાવસ્થામાં આલ્કોહોલના સેવનથી લાંબા ગાળાની અસરો જોવા મળે છે. જેથી પુખ્તાવસ્થામાં તેના વધુ સેવનથી આદત પડી જાય છે. ડ્રગ્સ અને આલ્કોહોલના તીવ્ર ઉપયોગથી ચેતાતંત્ર અને યકૃત (cirrhosis - વધુ પડતા વ્યસનથી થતો યકૃતનો રોગ)ને હાનિ પહોંચે છે. સગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ડ્રગ્સ અને આલ્કોહોલનું સેવન ગર્ભસ્થ શિશુમાં પણ વિપરિત અસરો પ્રેરે છે.

ડ્રગ્સના અન્ય દુરુપયોગમાં, કેટલાક ખેલાડીઓ પોતે વધુ સારું પ્રદર્શન કરી શકે તે માટે તેનો ઉપયોગ કરે છે. રમતવીરો માદક પીડાહારક દવાઓ, એનાબોલિક સ્ટેરોઈડ્સ, ડાયયુરેટિક્સ (મૂત્રવર્ધક) દવાઓ અને કેટલાક અંતઃસ્રાવોનો ઉપયોગ, માંસલ શક્તિનું પ્રમાણ વધારવા અને આક્રમકતાને વધારવા કરે છે, જેથી તેમનું ખેલ-પ્રદર્શન શક્તિશાળી બને. મહિલાઓમાં એનાબોલિક સ્ટેરોઈડના ઉપયોગથી નર જાતિનાં લક્ષણો, આક્રમકતામાં વધારો, મિજાજમાં ઉતાર-ચઢાવ, માનસિક તણાવ, અનિયમિત માસિકચક્ર, ચહેરા અને શરીર પર રુવાંટીની વૃદ્ધિ, ભગ્ન શિશ્નિકામાં વધારો, અવાજ ઘેરો બનવો વગેરે જેવી આડઅસરો જોવા મળે છે. જ્યારે પુરુષમાં ખીલ થવા, આક્રમકતામાં વધારો, મિજાજમાં ચઢાવ-ઉતાર, માનસિક તણાવ, શુક્રપિંડના કદમાં ઘટાડો, શુક્રકોષોના ઉત્પાદનમાં ઘટાડો, મૂત્રપિંડ અને યકૃતની કાર્યદક્ષતામાં ઘટાડો, છાતીનો ભાગ વધવો, અપરિપક્વતાએ ટાલિયાપણું, પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિ મોટી બનવી વગેરે લક્ષણો જોવા મળે છે. આ અસરો લાંબા સમયના સેવનથી પ્રભાવી બને છે. તરુણાવસ્થાની છોકરીઓ અને છોકરાઓમાં, ચહેરા અને દેહ પર તીવ્ર ખીલ અને લાંબા અસ્થિઓનાં વૃદ્ધિકેન્દ્રો અપરિપક્વતાએ બંધ થઈ જવાને કારણે વૃદ્ધિ કુંઠિત થાય છે.

7.5.4 અટકાવવાના ઉપાયો અને નિયંત્રણ (Prevention and Control)

ઈલાજ કરતાં અટકાવ વધુ સારો છે. “Prevention is better than cure”. આ કહેવત અહીં સાચી ઠરે છે. આ પણ એટલું જ સત્ય છે કે ધૂમ્રપાન, ડ્રગ્સ તેમજ આલ્કોહોલના સેવનની આદત પડવાની સંભાવના નાની વયે, મોટા ભાગે તરુણાવસ્થા દરમિયાન વધુ હોય છે. માટે આવી પરિસ્થિતિઓને પારખવી સૌથી શ્રેષ્ઠ છે કે જે તરુણોને આલ્કોહોલ કે ડ્રગ્સના સેવન તરફ ધકેલે છે, જેથી સમયસર તેના ઉપાય વિશે વિચારી શકાય. આ સંદર્ભે શિક્ષક અને માતા-પિતાની વિશિષ્ટ જવાબદારી બને છે. બાળકનો એવો ઉછેર કે જેમાં પાલનપોષણ ઉચ્ચસ્તરીય હોય અને સુસંગત અનુશાસન હોય ત્યાં આવા કુપ્રયોગ (આલ્કોહોલ / ડ્રગ્સ)નો ભય ઓછો થઈ જાય છે. નીચે જણાવેલ કેટલાક ઉપાય તરુણોમાં આલ્કોહોલ અને ડ્રગ્સના ઉપયોગને અટકાવવા અને નિયંત્રણ માટે ઉપયોગી બની રહે છે :

- (i) **સમવયસ્કોના બિનજરૂરી દબાણથી દૂર રહેવું :** દરેક છોકરા / છોકરીની પોતાની પસંદ અને વ્યક્તિત્વ હોય છે તેનો આદર કરવો જોઈએ અને તેને પ્રોત્સાહિત કરવું જોઈએ. બાળકને તેની ઈચ્છા વિરુદ્ધ અઘટિત પાલન કરવા કોઈ સીમા બાંધવી જોઈએ નહિ પછી ભલે તે ભણવા માટે, ખેલકૂદ માટે કે કોઈ અન્ય પ્રવૃત્તિ માટે હોય.



- (ii) **શિક્ષણ અને પરામર્શન :** સમસ્યાઓ અને તનાવનો સામનો કરવો અને નિરાશા કે અસફળતા મળવી એ જીવનનો જ એક ભાગ છે એવું સમજાવી તેનું શિક્ષણ અને પરામર્શન તેમને આપવું જોઈએ. એ પણ એટલું જ યોગ્ય છે કે બાળકની શક્તિને રમતગમત, વાચન, સંગીત, યોગ અને અન્ય ઈતર પ્રવૃત્તિ વગેરે દિશામાં વાળવી જોઈએ.
- (iii) **માતાપિતા તેમજ સમવયસ્કોની મદદ લેવી :** માતાપિતા તેમજ સમવયસ્કો (peers) પાસેથી તરત મદદ લેવી જોઈએ, જેથી તેઓ યોગ્ય માર્ગદર્શન આપી શકે. ગાઢ અને વિશ્વાસુ મિત્રોની સલાહ લેવી જોઈએ. યુવાનોની સમસ્યાનો ઉકેલ લાવવા માટે તેમને યોગ્ય સલાહ આપવાથી પોતાની ચિંતા અને અપરાધ ભાવનાની અભિવ્યક્તિ કરવામાં તેમને મદદ મળશે.
- (iv) **ભયજનક સંકેતો તરફ દૃષ્ટિ :** સજાગ માતાપિતા અને શિક્ષકોએ ઉપર્યુક્ત ભયજનક સંકેતોને ઓળખી, તેની ચર્ચા કરવી જોઈએ. કોઈ વ્યક્તિ ડ્રગ્સ કે આલ્કોહોલનું સેવન કરતા માલૂમ પડે તો કોઈ પણ ખચકાટ વિના તેનાં માતાપિતા અને શિક્ષકના ધ્યાન પર આ બાબત લાવવી જોઈએ. ત્યાર બાદ બીમારીને ઓળખવા તથા તેની પાછળ છુપાયેલાં કારણો શોધવા માટે યોગ્ય ઉપાયો કરવા જોઈએ જેથી યોગ્ય સારવારનો આરંભ કરવામાં સહાયતા મળશે.
- (v) **વ્યાવસાયિક અને આરોગ્યવિષયક સહાય લેવી :** જે વ્યક્તિ દુર્ભાગ્યે ડ્રગ્સ / આલ્કોહોલના કુપ્રયોગરૂપી સેવનમાં ફસાઈ ગઈ છે, એની મદદ માટે ઉચ્ચ લાયકાત ધરાવતા મનોવૈજ્ઞાનિક અને મનોચિકિત્સકની ઉપલબ્ધતા અને વ્યસન છોડાવવા માટે તેમજ તેમના પુનરુત્થાન કાર્યક્રમો દ્વારા યોગ્ય સહાયતા મળે છે. આ પ્રકારની મદદ મળવાથી અસરગ્રસ્ત વ્યક્તિ તેના પૂરતા પ્રયત્નો અને દૃઢ મનોબળથી તેનું આ તંદુરસ્ત જીવન જીવી શકે છે.

સારાંશ

તંદુરસ્તી એટલે રોગની ગેરહાજરી એટલું જ નહિ, પરંતુ ભૌતિક, માનસિક, સામાજિક અને મનોવૈજ્ઞાનિક રીતે સંપૂર્ણ સ્વચ્છતા. ટાઈફોઇડ, કોલેરા, ન્યુમોનિયા, ફૂગનો ત્વચીય ચેપ, મેલેરિયા અને અન્ય ઘણા રોગો મનુષ્યમાં તકલીફ સર્જે છે. પ્લાઝમોડિયમ ફાલ્સીપેરમ દ્વારા થતા મેલેરિયા જેવા રોગોની સારવાર ન થાય તો ઘાતક સાબિત થાય છે. વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા ઉપરાંત, કચરાનો યોગ્ય નિકાલ, પીવાના પાણીને પીવાલાયક બનાવવું. મચ્છર જેવા વાહકોનું નિયંત્રણ અને પ્રતિકારકતા વગેરે આ રોગોને અટકાવવા માટે ઉપયોગી છે. જ્યારે આપણે આવા રોગકારકોના સંપર્કમાં આવીએ છીએ ત્યારે, આપણું પ્રતિકારક તંત્ર મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. જન્મજાત પ્રતિકારકતાના ભાગરૂપે આપણી ત્વચા, શ્લેષ્મ આવરણ, લાળ અને આંસુમાં રહેલા સૂક્ષ્મ જીવ પ્રતિરોધક દ્રવ્યો અને ભક્ષક કોષો વગેરે આપણા શરીરમાં રોગકારકોના પ્રવેશને અટકાવે છે. જો રોગકારકોનો આપણા શરીરમાં પ્રવેશ સફળ થઈ જાય તો ચોક્કસ એન્ટીબોડી (humoral immune response) અને કોષો (cell mediated immune response) આ રોગકારકોને મારી નાંખે છે. પ્રતિકારક તંત્રને સ્મૃતિ હોય છે. ત્યાર પછી, આ જ પ્રકારના રોગકારકો જો પુનઃ પ્રવેશે છે ત્યારે પ્રતિકારક પ્રતિચાર વધુ ઝડપી અને તીવ્ર બને છે. રસીકરણ, પ્રતિરક્ષાકરણ દ્વારા મળતું રક્ષણ તેનો આધાર છે. અન્ય રોગોમાં એઈડ્સ અને કેન્સરથી વિશ્વમાં ઘણા લોકોનાં મૃત્યુ થયાં છે. એઈડ્સ એ





HIV દ્વારા ફેલાય છે અને જીવલેણ છે પરંતુ, ચોક્કસ સાવધાની રાખવામાં આવે તો તેને અટકાવી શકાય છે. કેટલાક કેન્સર સમયસર વહેલા ઓળખાઈ જાય અને યોગ્ય પદ્ધતિ દ્વારા સારવાર આપવામાં આવે તો મટાડી શકાય છે. હાલમાં, યુવાનો અને કિશોરોમાં ડ્રગ્સ તેમજ આલ્કોહોલનું સેવન તેને સંબંધિત ચિંતાનું અન્ય કારણ પણ છે. આલ્કોહોલ અને ડ્રગ્સની વ્યસની પ્રકૃતિ અને તેમના સેવનથી થતા કાલ્પનિક લાભો મેળવી તણાવ, દબાણવશ ચોરીછૂપીથી સમસ્યાઓનો સામનો કરવો, પરીક્ષાસંબંધી અને સ્પર્ધાત્મકસંબંધી તણાવમાંથી મુક્તિ મેળવે છે. આ બધું છતાં તે/તેણી નશાખોર બની જાય છે. આ બધી નુકસાનકારક અસરથી બચવા શિક્ષણ, ચર્ચા અને ત્વરિત રીતે વૈદકીય મદદ લઈ વ્યક્તિને સંપૂર્ણપણે આ દૂષણમાંથી મુક્ત કરી શકાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. ચેપી રોગો સામે સલામતી મેળવવા તમે લોક જાગૃતિનાં કયાં પગલાં સૂચવો છો ?
2. ચેપી રોગોનું નિયંત્રણ કરવા માટે આપણને જીવવિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કેવી રીતે મદદરૂપ થાય છે ?
3. નીચે આપેલા પ્રત્યેક રોગોનો ફેલાવો કેવી રીતે થાય છે ?
(a) અમીબીઆસિસ (b) મેલેરિયા (c) એસ્કેરિઆસિસ (d) ન્યુમોનિયા
4. પાણીથી ઉદ્ભવતા રોગોનો ફેલાવો અટકાવવા તમે શું પગલાં લેશો ?
5. DNAની રસીઓના નિર્માણમાં ‘યોગ્ય જનીન’નો અર્થ શું છે ? તેની ચર્ચા તમારા શિક્ષક સાથે કરો.
6. પ્રાથમિક અને દ્વિતીય લસિકા અંગોનાં નામ આપો.
7. નીચે કેટલાંક ટૂંકાં નામ આપેલ છે કે જે આ પ્રકરણમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલાં છે. પ્રત્યેકનું પૂર્ણ નામ આપો :
(a) MALT (b) CMI (c) AIDS (d) NACO (e) HIV
8. નીચે આપેલના તફાવત / ભેદ આપો અને પ્રત્યેકનાં ઉદાહરણો જણાવો :
(a) જન્મજાત પ્રતિકારકતા અને ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતા (b) સક્રિય પ્રતિકારકતા અને નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા
9. એન્ટીબોડી અણુની નામનિર્દેશિત આકૃતિ દોરો.
10. હ્યુમન ઇમ્યુનો ડેફિસિયન્સી વાઈરસનો ફેલાવો કયાં વિવિધ પરિપથો દ્વારા થાય છે ?
11. ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના રોગપ્રતિકારક તંત્રની ઊણપ સર્જતો એઈડ્સ વાઈરસ કઈ ક્રિયાવિધિ દ્વારા પ્રદર્શિત થાય છે ?
12. કેન્સર કોષ સામાન્ય કોષથી કઈ રીતે ભિન્નતા દર્શાવે છે ?
13. રોગવ્યાપ્તિ શું છે ? વર્ણવો.
14. આલ્કોહોલ / નશાકારક પદાર્થો દ્વારા થતી હાનિકારક અસરોની સૂચિ બનાવો.
15. શું તમે વિચારી શકો છો કે મિત્રો આલ્કોહોલ / ડ્રગ્સનું સેવન કરતા હોય ? જો હા હોય તો તેને / તેણીને તેના સેવનથી કેવી રીતે રક્ષિત કરી શકશો ?
16. એક વખત કોઈ વ્યક્તિ આલ્કોહોલ અથવા ડ્રગ્સ લેવાની શરૂઆત કરે છે પછી આ કુટેવ છોડવી કેમ અઘરી છે ? તેની ચર્ચા તમારા શિક્ષક સાથે કરો.
17. તમારા દૃષ્ટિકોણે યુવાનો શા માટે આલ્કોહોલ અથવા ડ્રગ્સ લેવા પ્રેરિત થાય છે અને તેને કઈ રીતે રોકી શકાય ?



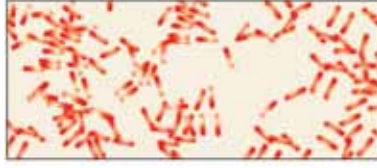
પ્રકરણ 8

માનવ-કલ્યાણમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Human Welfare)

- 8.1 ઘરગથ્થુ ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો
- 8.2 ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો
- 8.3 સુએઝ ટ્રિટમેન્ટમાં સૂક્ષ્મજીવો
- 8.4 બાયોગેસના ઉત્પાદનમાં સૂક્ષ્મજીવો
- 8.5 જૈવિક નિયંત્રકો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો
- 8.6 જૈવિક ખાતરો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો

બૃહદદર્શી (macroscopic) વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ ઉપરાંત, સૂક્ષ્મજીવો પૃથ્વી પરના જૈવિક તંત્રનાં મુખ્ય ઘટકો છે. ધોરણ XIમાં તમે સજીવોમાં વિવિધતા વિશે અભ્યાસ કરેલો છે. શું તમને યાદ આવે છે કે, સજીવોની કઈ સૃષ્ટિમાં સૂક્ષ્મજીવો સ્થાન પામેલા છે ? તેમાંના કયા માત્ર સૂક્ષ્મદર્શી છે ? સૂક્ષ્મજીવો સર્વવ્યાપી છે - જમીન, હવા, પાણી, આપણા શરીરમાં તેમજ અન્ય પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓમાં પણ જોવા મળે છે. તેઓ એવાં સ્થાનોએ પણ જોવા મળે છે કે જ્યાં અન્ય જૈવસ્વરૂપો જોવા મળતા નથી. જેમકે, ગરમ પાણીના ઝરા (geysers)માં ઊંડે જ્યાં તાપમાન 100° C કરતાં પણ વધુ હોય છે ત્યાં, ભૂમિમાં ઊંડે, અમુક મીટર જાડા બરફ (હિમ)ના સ્તરો હેઠળ અને અતિ ઍસિડિક વાતાવરણમાં. સૂક્ષ્મજીવો વિવિધ પ્રકારના હોય છે - પ્રજીવ, બેક્ટેરિયા, ફૂગ અને સૂક્ષ્મદર્શી વનસ્પતિજન્ય વાઈરસ, વિરોઈડ અને પ્રાયોન (prions) પણ કે જે પ્રોટીનમય ચેપીકારકો છે. કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો આકૃતિ 8.1 અને 8.2માં દર્શાવ્યા છે.

સૂક્ષ્મજીવો જેવાં કે બેક્ટેરિયા અને ઘણી ફૂગને પોષણયુક્ત માધ્યમમાં તેમની વસાહતો (colonies)ના નિર્માણ માટે ઉછેરવામાં આવે છે (આકૃતિ 8.3), જેને નરી આંખે જોઈ શકાય છે. આવા સંવર્ધિત (cultures) માધ્યમ સૂક્ષ્મજીવોના અભ્યાસ માટે ઉપયોગી છે.



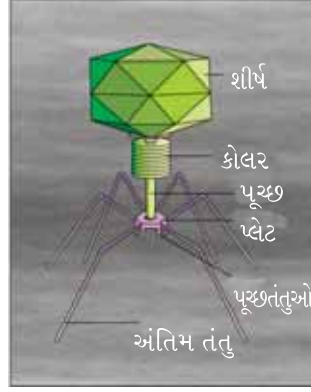
(a)



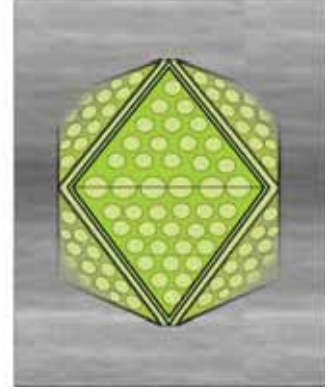
(b)



(c)



(a)



(b)

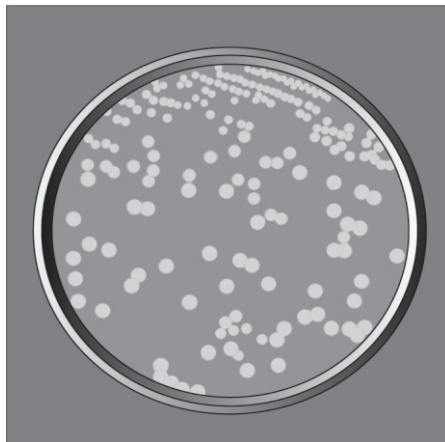


(c)

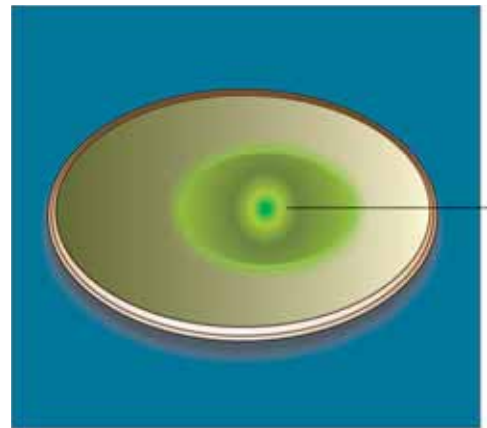
સંકુચિત દંડાકાર
વાઈરસ

આકૃતિ 8.1 : બેક્ટેરિયા : (a) દંડાકાર, વિવર્ધન 1500X; (b) ગોળાકાર, વિવર્ધન 1500X; (c) કશાધારી દંડાકાર બેક્ટેરિયાનું વિવર્ધન-50,000X

આકૃતિ 8.2 : વાઈરસ : (a) બેક્ટેરિયોફેજ; (b) થસનને ચેપગ્રસ્ત કરતાં એડેનો વાઈરસ; (c) દંડાકાર ટોબેકો મોઝેઈક વાઈરસ (TMV), વિવર્ધન લગભગ 1,00,000–1,50,000X



(a)



(b)

ફૂગની
વસાહત

આકૃતિ 8.3 : (a) પેટ્રીડિશમાં ઉછેર પામતી બેક્ટેરિયાની વસાહત
(b) પેટ્રીડિશમાં ઉછેર પામતી ફૂગની વસાહત



પ્રકરણ 7માં તમે જોયું કે, સૂક્ષ્મજીવો મનુષ્યમાં ઘણા રોગો પ્રેરવા માટે જવાબદાર છે. તેઓ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓમાં પણ રોગો પ્રેરે છે. આનો અર્થ એ થતો નથી કે, આપણે એવું માની લેવું જોઈએ કે બધા સૂક્ષ્મજીવો હાનિકારક છે; કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો મનુષ્યને વિવિધ રીતે ઉપયોગી છે. માનવ-કલ્યાણ માટે સૂક્ષ્મજીવોના કેટલાક મહત્વપૂર્ણ ફાળા માટે આ પ્રકરણમાં ચર્ચા કરવામાં આવી છે.

8.1 ઘરગથ્થુ ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Household Products)

તમને એ જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે, આપણે સૂક્ષ્મજીવો કે તેમની નીપજોનો ઉપયોગ દરરોજ કરીએ છીએ. તેનું સામાન્ય ઉદાહરણ દૂધમાંથી દહીંનું ઉત્પાદન છે. સૂક્ષ્મજીવ જેવા કે લેક્ટોબેસિલસ તેમજ અન્ય, જેને આપણે લેક્ટિક એસિડ બેક્ટેરિયા (Lactic acid bacteria-LAB) કહીએ છીએ. તેઓ દૂધમાં વૃદ્ધિ પામે છે અને તેને દહીંમાં પરિવર્તિત કરે છે. વૃદ્ધિ દરમિયાન, LAB અમ્લો (acids) સર્જે છે જે દૂધને જમાવે (coagulate) છે અને દૂધમાં રહેલ પ્રોટીનનું આંશિક પાયન કરે છે. દહીંની થોડી માત્રા કે જે નિવેશ દ્રવ્ય (inculum) કે આરંભક (starter)ના રૂપમાં તાજા દૂધમાં ઉમેરવામાં આવે છે, જે લાખો LAB ધરાવે છે. જે અનુકૂળ તાપમાને ગુણિત થઈ, દૂધને દહીંમાં પરિવર્તિત કરે છે. જે વિટામિન B₁₂ની માત્રા વધારી પોષણસંબંધી ગુણવત્તામાં વધારો કરે છે. આપણા જઠરમાં પણ, સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા થતા રોગોને અટકાવવામાં LAB એક લાભદાયી ભૂમિકા ભજવે છે.

ઢોંસા અને ઈડલી બનાવવા માટે વપરાતું ખીરું (dough) પણ બેક્ટેરિયા દ્વારા આથવણની ક્રિયાથી બને છે. આ ખીરામાં CO₂ઉત્પન્ન થવાને કારણે તે ફૂલેલું (puffed-up) દેખાય છે. શું તમે કહી શકો કે કયો ચયાપચયિક પથ CO₂ના નિર્માણમાં કાર્યરત છે ? શું તમે જાણો છો કે આથવણની ક્રિયા માટે બેક્ટેરિયા કયાંથી આવે છે ? બ્રેડ બનાવવા માટે વપરાતા ખીરામાં પણ બેક્ટેરિયા યીસ્ટ (*Saccharomyces cerevisiae*)નો ઉપયોગ કરીને આથો લાવવામાં આવે છે. કેટલાંક પ્રણાલીગત પીણાં અને ખોરાક પણ સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા થતા આથવણથી મેળવાય છે. દક્ષિણ ભારતમાં પ્રણાલીગત ‘ટોડી’ (Toddy) પીણું પણ પામના રસમાં આથવણ લાવી બનાવાય છે. માછલી, સોયાબીન, વાંસને પણ આ રીતે આથવણ-પ્રક્રિયામાંથી પસાર કરી, તેમાંથી ખાદ્યસામગ્રી બનાવાય છે. ચીઝ આદિ ખાદ્યપદાર્થ છે. તેમાં પણ સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ થતો હતો. ચીઝની જુદી-જુદી જાત (variety) તેના પોત (texture), સુગંધ (flavour) અને સ્વાદને કારણે જાણીતી છે. જે તેમાં વપરાતા વિશિષ્ટ સૂક્ષ્મજીવોને લીધે હોય છે. દાખલા તરીકે ‘સ્વિસ ચીઝ’ (Swiss cheese)માં જોવા મળતાં મોટાં કાણાં, તેમાં મોટા પ્રમાણમાં સર્જાતા CO₂ને કારણે હોય છે. જે પ્રોપિયોનીબેક્ટેરિયમ શર્માની (*Propionibacterium sharmanii*) બેક્ટેરિયાને કારણે સર્જાય છે. ‘રોકવીફોર્ટ ચીઝ’ (Roquefort cheese)ને પકવવા માટે તેના પર ચોક્કસ ફૂગનું સંવર્ધન કરવામાં આવે છે, તે ચોક્કસ સ્વાદ કે સુવાસ આપે છે.

8.2 ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Industrial Products)

સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા માનવજાતને ઉપયોગી એવાં ઘણાં ઉત્પાદનો ઔદ્યોગિકક્ષેત્રે સંશ્લેષિત કરવામાં આવે છે. પીણાં અને પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો (antibiotics) તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. ઔદ્યોગિકક્ષેત્રે ઉત્પાદન માટે, ઉપયોગી સૂક્ષ્મજીવોને મોટાં વાસણો (vessels)માં ઉછેરવામાં આવે છે જેને આથવણકારકો (fermentors) કહે છે (આકૃતિ 8.4).



આકૃતિ 8.4 : આથવણકારકો



આકૃતિ 8.5 : આથવણ પ્લાન્ટ

8.2.1 આથવણયુક્ત પીણાં (Fermented Beverages)

પ્રાચીનકાળથી વાઈન, બીયર, વ્હીસ્કી, બ્રાન્ડી કે રમ જેવાં પીણાં યીસ્ટની મદદથી ઉત્પાદિત કરવામાં આવે છે. આ જ હેતુ માટે વપરાતી યીસ્ટ સેકેરોમાયસિસ સેરિવિસી બ્રેડ બનાવવા માટે ઉપયોગી છે. તેની મદદથી ધાન્ય અને ફળોનાં રસમાંથી ઇથેનોલનું ઉત્પાદન થાય છે. જે બ્રેવર્સ યીસ્ટ (Brewer's yeast) તરીકે ઓળખાય છે. શું તમને યાદ આવે છે કે, કઈ ચયાપચયિક પ્રક્રિયાને કારણે યીસ્ટમાંથી ઇથેનોલનું ઉત્પાદન થાય છે ? આથવણ માટે વપરાતા કાચા માલના પ્રકાર અને પ્રક્રિયાના પ્રકાર (નિસ્ચંદિત કે અનિસ્ચંદિત)ને આધારે વિવિધ પ્રકારનાં આલ્કોહોલિક પીણાં મેળવાય છે. વાઈન અને બીયરનું ઉત્પાદન નિસ્ચંદન વગર મેળવાય છે. જ્યારે વ્હીસ્કી, બ્રાન્ડી અને રમ આથવણ પામેલ રસમાંથી નિસ્ચંદન દ્વારા મેળવાય છે. આકૃતિ 8.5માં આથવણ પ્લાન્ટ (fermentation plant)નો ફોટોગ્રાફ આપેલ છે.

8.2.2 પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો (Antibiotics)

સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યોનું ઉત્પાદન 20મી સદીની અત્યંત મહત્વપૂર્ણ શોધ અને માનવ-સમાજના કલ્યાણ માટે એક ખૂબ મોટી ઉપલબ્ધિ માનવામાં આવે છે. ‘એન્ટી’ (anti) ગ્રીક શબ્દ છે, જેનો અર્થ ‘વિરુદ્ધ’ અને ‘બાયો’ (bio)નો અર્થ ‘જીવન’ છે. બંનેના સમન્વય દ્વારા બનતો શબ્દ ‘જીવનવિરુદ્ધ’ (against life) થાય (સજીવો દ્વારા થતા રોગોના સંદર્ભમાં). જ્યારે મનુષ્યના સંદર્ભમાં તેઓ જીવનવિરુદ્ધ નહિ પરંતુ ‘પૂર્વ જીવન’ (pro life) માનવામાં આવે છે. પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો એક પ્રકારનાં રસાયણ છે, જેમનું નિર્માણ કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા કરવામાં આવે છે. જે અન્ય સૂક્ષ્મજીવો (રોગ સર્જનારા)ને મારી નાંખે છે અથવા તેમની વૃદ્ધિને મંદ પાડે છે.

તમે સામાન્યતઃ ઉપયોગમાં લેવાતી એન્ટિબાયોટિક પેનિસિલિનથી પરિચિત છો. શું તમે જાણો છો સૌપ્રથમ શોધાયેલું એન્ટિબાયોટિક પેનિસિલિન છે અને તેની શોધ અનાયાસે થઈ હતી ? એલેક્ઝાન્ડર ફ્લેમિંગ (Alexander Fleming) જ્યારે સ્ટેફાયલોકોકાઈ (*Staphylococci*) બેક્ટેરિયા પર કાર્ય કરી રહ્યા હતા; ત્યારે તેમણે જોયું કે ધોયા વગરની એક સંવર્ધિત પ્લેટ પર મોલ્ડ ઉત્પન્ન થઈ હતી, જ્યાં સ્ટેફાયલોકોકાઈ વૃદ્ધિ પામી શક્યા નહિ. તેમણે નોંધ્યું કે મોલ્ડ દ્વારા ઉત્પન્ન થતા રસાયણને કારણે આવું થયું, પછી તેને ‘પેનિસિલિન’ નામ આપ્યું, કારણ કે તે પેનિસિલિયમ નોટેટમ (*Penicillium notatum*) મોલ્ડ (ફૂગ)માંથી સર્જાયું હતું. તેના ઘણા સમય પછી એર્નેસ્ટ ચૈન (Ernest Chain) અને હાવર્ડ ફ્લોરે (Howard Florey)એ તેને એક તીવ્ર ક્ષમતા ધરાવતી ઉપયોગી એન્ટિબાયોટિક તરીકે પ્રસ્થાપિત કરી. આ એન્ટિબાયોટિકનો ઉપયોગ બીજા વિશ્વયુદ્ધમાં ઘાયલ અમેરિકન સૈનિકોની સારવાર માટે વ્યાપક રૂપમાં કરવામાં આવ્યો. ફ્લેમિંગ, ચૈન અને ફ્લોરેને આ સંશોધન માટે, 1945માં નોબલ પુરસ્કારથી સન્માનિત કરવામાં આવ્યા.



પેનિસિલિન પછી, અન્ય એન્ટિબાયોટિક્સને પણ અન્ય સૂક્ષ્મજીવોમાંથી મેળવવામાં આવ્યા. શું તમે કેટલાક અન્ય એન્ટિબાયોટિક્સના નામ તેમજ તેઓના સ્રોત વિશે જણાવી શકો છો ? પ્લેગ, કાળી ખાંસી (ઉઠાંટિયુ - whooping cough), ડિપ્થેરિયા (gal ghotu) તથા રક્તપિત (કુષ્ટ રોગ - leprosy) જેવા ભયાનક રોગો, જેને કારણે વિશ્વમાં લાખો લોકો મર્યા છે, તેઓના ઉપચાર માટે એન્ટિબાયોટિક્સ દ્વારા આ રોગોની સારવારમાં મોટો સુધારો થયો છે. આજે આપણે એન્ટિબાયોટિક્સ વિનાનું વિશ્વ કલ્પી શકતા નથી.

8.2.3 રસાયણો, ઉત્સેયકો અને અન્ય જૈવ સક્રિય અણુઓ (Chemicals, Enzymes and other Bioactive Molecules)

કેટલાક વિશિષ્ટ પ્રકારનાં રસાયણો જેવાં કે કાર્બનિક એસિડ, આલ્કોહોલ તેમજ ઉત્સેયકો વગેરેના વ્યાવસાયિક તથા ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનમાં સૂક્ષ્મજીવોનો મોટા પાયે ઉપયોગ થાય છે. એસિડિક ઉત્પાદનોનાં ઉદાહરણ : એસ્પરજીલસ નાઈઝર (*Aspergillus niger*) ફૂગમાંથી સાઈટ્રિક એસિડ, એસીટોબેક્ટર એસેટી (*Acetobacter aceti*) બેક્ટેરિયામાંથી એસેટિક એસિડ, ક્લોસ્ટ્રિડિયમ બ્યુટીરિકમ (*Clostridium butyricum*) બેક્ટેરિયા દ્વારા બ્યુટેરિક એસિડ તેમજ લેક્ટોબેસિલસ (*Lactobacillus*) બેક્ટેરિયા દ્વારા લેક્ટિક એસિડ મેળવાય છે.

ઇથેનોલના વ્યાવસાયિક ઉત્પાદન માટે યીસ્ટ (*Saccharomyces cerevisiae*)નો ઉપયોગ થાય છે. સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા ઉત્સેયકોનું પણ ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. લાઈપેઝનો ઉપયોગ ડિટર્જન્ટની બનાવટમાં તેમજ લોન્ડ્રીમાં તૈલી ડાઘ દૂર કરવામાં થાય છે. તમે જોયું હશે કે, ઘરે કાઢવામાં આવેલ ફળોના રસ કરતાં, બજારમાં બોટલમાંના પેક કરેલ ફળોનાં રસ વધુ સ્પષ્ટ (clear) હોય છે કારણ કે, બોટલમાં પેક કરેલ ફૂટજીયુસને પેક્ટિનેઝ (pectinase) અને પ્રોટીએઝ (protease) વડે શુદ્ધ કરવામાં આવે છે. સ્ટ્રેપ્ટોકોકીનેઝ ઉત્સેયક સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ (*streptococcus*) બેક્ટેરિયામાંથી મેળવવામાં આવે છે, જે જનીન ઇજનેરીવિદ્યા દ્વારા રૂપાંતરિત કરેલ છે, દર્દીની રુધિરવાહિનીઓમાં જામેલ રુધિર (clot)ને તોડવા માટે ‘clot bluster’ તરીકે તેનો ઉપયોગ થાય છે. જે એવા દર્દીઓ માટે ઉપયોગી છે જેમને હૃદયની વાહિનીઓ જામ (myocardial infraction) થવાને કારણે હાર્ટએટેક થવાની સંભાવના હોય.

ટ્રાયકોડર્મા પોલિસ્પોરમ (*Trichoderma polysporum*) ફૂગ દ્વારા મેળવાતું સાયક્લોસ્પોરિન A દર્દીઓના અંગ પ્રત્યારોપણમાં પ્રતિકારકતા ઘટાડનાર ઘટક (immuno suppressive agent) તરીકે વપરાય છે. રુધિરમાં કૉલેસ્ટેરોલનું પ્રમાણ ઘટાડવા સ્ટેટિન્સ વપરાય છે, જેનું વ્યાવસાયિક ધોરણે ઉત્પાદન મોનાસ્કસ પુર્પુરિયસ (*Monascus purpureus*) યીસ્ટમાંથી કરવામાં આવે છે. કૉલેસ્ટેરોલના સંશ્લેષણ માટે જવાબદાર ઉત્સેયક સ્પર્ધા-નિગ્રાહકની જેમ કાર્ય કરે છે.

8.3 સુએઝ ટ્રીટમેન્ટમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Sewage Treatment)

આપણે જાણીએ છીએ કે શહેરો અને નગરોમાં પ્રતિદિન મોટા પ્રમાણમાં ગંદા પાણી (waste water)નું સર્જન થાય છે જેનો મુખ્ય ઘટક માનવમળ છે. નગરના આ ગંદા પાણીને વાહિત મળ (sewage) કહે છે. તેમાં બહોળી માત્રામાં કાર્બનિક પદાર્થો અને સૂક્ષ્મજીવો જોવા મળે છે. તેમાંના કેટલાક રોગજન્ય હોય છે. તમને આશ્ચર્ય થશે કે સુએઝની આટલી મોટી માત્રા અથવા શહેરી ગંદા પાણીનો નિકાલ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે ? તેને પ્રાકૃતિક જળાશયો જેવાં કે, નદી અને ઝરણાંઓમાં સીધું (તે જ સ્વરૂપે) છોડવામાં આવતું નથી - કેમ ? એ તમે સમજી શકો છો. આ પાણીને વિસર્જિત કરતાં પહેલાં સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ્સ



આકૃતિ 8.6 : દ્વિતીય સારવાર

(STPs)માંથી પસાર કરવામાં આવે છે. જેથી તે ઓછા પ્રદૂષિત બને. ગંદા પાણીનો ઉપચાર પરપોષી સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા કરવામાં આવે છે જે આ સુએઝમાં કુદરતી રીતે વસતા હોય છે. આ પ્રક્રિયા બે તબક્કાઓમાં કરવામાં આવે છે.

પ્રાથમિક સારવાર (Primary treatment) : આ પ્રથમ તબક્કામાં ગાળણ અને અવસાદન (sedimentation) દ્વારા સુએઝમાં રહેલાં ભૌતિક કણ-દ્રવ્યો (નાના અને મોટા કણો)નો તબક્કાવાર નિકાલ કરાય છે. પહેલાં, વારંવાર ગાળણ કરી તરતો કચરો દૂર કરાય છે. ત્યાર બાદ માટી અને નાની કાંકરીઓ (grit)ને અવસાદન દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે. આ રીતે ઘન દ્રવ્યો એકત્રિત થઈ **પ્રાથમિક સ્લજ primary sludge** (કાદવ અને રગડો) રચે છે. જ્યારે ઉપરનું મુક્ત પાણી ઇફ્લ્યુઅન્ટ (effluent) કહેવાય છે. ઇફ્લ્યુઅન્ટને પ્રાથમિક

સેટલિંગ ટાંકામાંથી દ્વિતીયક પ્રક્રિયા માટે લેવામાં આવે છે.

દ્વિતીયક સારવાર અથવા જૈવિક સારવાર (Secondary treatment or Biological treatment) : પ્રાથમિક ઇફ્લ્યુઅન્ટને મોટી વાયુમય જારક ટાંકી (aeration tank)માંથી પસાર કરવામાં આવે છે (આકૃતિ 8.6). જ્યાં તેને યાંત્રિક રીતે સતત આંદોલિત કરવામાં આવે છે અને તેમાં દબાણપૂર્વક હવા પસાર કરવામાં આવે છે. જેથી ઉપયોગી જારક સૂક્ષ્મજીવોની વૃદ્ધિમાં ઝડપી વધારો થઈ તે **ફ્લોકસ(flocs)** (સૂક્ષ્મજીવોનું કૂગના તંતુઓ સાથેના જોડાણથી બનતી જાળમય રચના)માં ફેરવાય છે, જ્યાં વૃદ્ધિ દરમિયાન તેઓ ઇફ્લ્યુઅન્ટમાંનો મોટા ભાગનો કાર્બનિક જથ્થો આ સૂક્ષ્મજીવો વાપરી નાંખે છે. પરિણામે ઇફ્લ્યુઅન્ટના **BOD (biochemical oxygen demand)**માં નોંધપાત્ર ઘટાડો થાય છે. BOD એટલે એક લિટર પાણીમાં રહેલાં બધાં જ કાર્બનિક દ્રવ્યોનું ઓક્સિડેશન કરવા માટે બેક્ટેરિયા દ્વારા વપરાતો ઓક્સિજનનો જથ્થો. સુએઝ પાણીને ત્યાં સુધી ટ્રીટમેન્ટ આપવામાં આવે છે જ્યાં સુધી BODમાં ઘટાડો ન થાય. BOD કસોટી એટલે પાણીના નમૂનામાં, સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા વપરાયેલ O_2 નું માપન અને તેથી પરોક્ષ રીતે BODએ પાણીમાં રહેલ કાર્બનિક દ્રવ્યોનું માપન છે. નકામા પાણીમાં BOD જેટલો વધારે તેટલી તે પાણીની પ્રદૂષણ માત્રા વધારે.

સુએઝ પ્રક્રિયામાં એક વખત જરૂરી માત્રામાં BOD ઘટી જાય એટલે ઇફ્લ્યુઅન્ટને સેટલિંગ ટાંકામાં પસાર કરવામાં આવે છે. જ્યાં ફ્લોકસનું અવસાદન થાય છે. આવું અવસાદિત દ્રવ્ય **ક્રિયાશીલ સ્લજ (activated sludge)** કહેવાય છે. આ અવસાદિત દ્રવ્યોનો થોડોક જથ્થો પંપ કરીને જારક ટાંકામાં લઈ જવાય છે જ્યાં તે નિવેશ દ્રવ્ય (inoculum)ની ગરજ સારે છે. બાકીના મોટા ભાગના સ્લજને મોટા **એનએરોબિક સ્લજ ડાયજેસ્ટર્સ - (anaerobic sludge digesters)** - કાદવ કે રગડાને અજારક શ્વસનથી પચાવનાર હજમ ટાંકા)માં લઈ જવામાં આવે છે. અહીં રહેલા અજારક બેક્ટેરિયા જે સ્લજના અન્ય બેક્ટેરિયા તેમજ કૂગનું પાચન કરે છે. આ પાચન દરમિયાન મિથેન, હાઈડ્રોજન સલ્ફાઈડ અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ મિશ્રિત વાયુ સર્જાય છે. જે **બાયોગેસ (biogas)** સર્જે છે અને તેનો ઉપયોગ ઊર્જાના સ્રોત તરીકે કરી શકાય છે, કારણ કે તે જ્વલનશીલ છે.

દ્વિતીયક સારવારમાંથી પ્રાપ્ત ઇફ્લ્યુઅન્ટને સામાન્યતઃ નૈસર્ગિક જળાશયો જેવાં કે નદી અને ઝરણાંમાં મુક્ત કરવામાં આવે છે. આવા એક પ્લાન્ટનો અવકાશીય નજારો (aerial view) આકૃતિ 8.7માં આપેલ છે.



તમે સમજી શકો છો કે, કઈ રીતે સૂક્ષ્મજીવો પ્રતિદિન વિશ્વમાં લાખો ગેલન ગંદા પાણીની સારવારમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. વિશ્વના લગભગ બધા જ ભાગોમાં એક સદી કરતાં પણ વધુ સમયથી આ કાર્યપ્રણાલીનો ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે. આજદિન સુધી, માનવ વિકસિત તકનીકી સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા થતી સુએઝની પ્રક્રિયાની ટક્કર ઝીલી શકી નથી.

તમે જાણો છો કે, વધતા જતાં શહેરીકરણને કારણે પહેલાની સાપેક્ષે ખૂબ વધુ માત્રામાં સુએઝ ઉત્પન્ન થઈ રહ્યું છે. પરંતુ, આટલા મોટા જથ્થાની સાપેક્ષે સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટની સંખ્યા એટલી વધારાઈ નથી, જેથી અનુપચારિત સુએઝને સીધું જ નદીઓમાં ઠાલવી દેવામાં આવે છે. જેને કારણે પ્રદૂષણ અને પાણીજન્ય રોગોનું પ્રમાણ વધ્યું છે.

વન અને પર્યાવરણ મંત્રાલયે આપણા દેશની મુખ્ય નદીઓને પ્રદૂષણથી બચાવવા માટે ગંગા એક્શન પ્લાન (Ganga Action Plan) અને યમુના એક્શન પ્લાન (Yamuna Action Plan) શરૂ કર્યો છે. આ યોજના હેઠળ, મોટી સંખ્યામાં સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ બનાવવાનો પ્રસ્તાવ છે. જેથી માત્ર ઉપચારિત કરેલ સુએઝ જ નદીઓમાં મુક્ત કરી શકાય. તમારી નજીકના વિસ્તારમાં આવેલ સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટની મુલાકાત તમારા માટે રસપ્રદ અને શૈક્ષણિક અનુભવવાળી રહેશે.

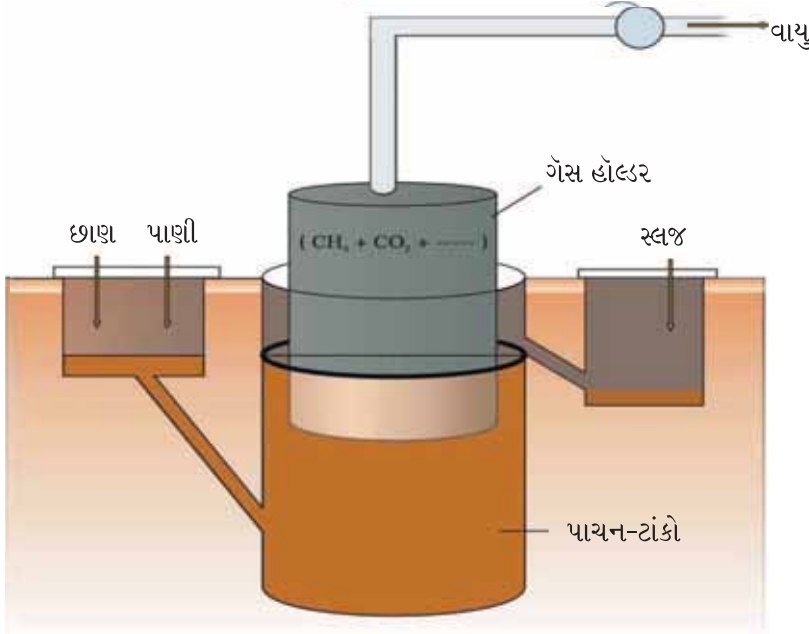


આકૃતિ 8.7 : સુએઝ (વાહિત મળ)ના પ્લાન્ટનું અવકાશીય અવલોકન

8.4 બાયોગેસના ઉત્પાદનમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Production of Biogas)

બાયોગેસ એ વાયુઓનું મિશ્રણ (પ્રભાવી વાયુ મિથેન) છે. જે સૂક્ષ્મજીવોની પ્રક્રિયાથી મેળવાય છે અને તેનો ઉપયોગ બળતણ તરીકે થાય છે. તમે ભણ્યા કે સૂક્ષ્મજીવોની વૃદ્ધિ અને ચયાપચયને પરિણામે અંતિમ નીપજ તરીકે વિવિધ પ્રકારના વાયુઓ મળે છે. પ્રાપ્ત થતા વાયુના પ્રકારનો આધાર સૂક્ષ્મજીવો અને તેમના દ્વારા વપરાતાં કાર્બનિક દ્રવ્યો પર રહેલો છે. ઉદાહરણ તરીકે, ખીરા (dough)નું આથવણ, ચીઝ બનાવવાની પ્રક્રિયા અને પીણાંઓના ઉત્પાદન સમયે મુખ્ય વાયુ CO_2 ઉત્પન્ન થાય છે. આમ છતાં સેલ્યુલોઝ ઘટક પર ઉછેર પામતા કેટલાક અજારક બેક્ટેરિયા મોટા પ્રમાણમાં મિથેન વાયુ સાથે CO_2 અને H_2 સર્જે છે. આવા બેક્ટેરિયાને સંયુક્તપણે **મિથેનોજેન્સ (methanogens)** કહે છે અને તેમાંના એક મિથેનોબેક્ટેરિયમ (*Methanobacterium*) છે. આ પ્રકારના બેક્ટેરિયાની હાજરી સુએઝ ટ્રીટમેન્ટના અજારક સ્લજમાં જોવા મળે છે. આ પ્રકારના બેક્ટેરિયા ઢોરના આમાશય (**rumen - જઠરનો એક ભાગ**)માં જોવા મળે છે. ઢોરના ખોરાકમાં પુષ્કળ માત્રામાં આવેલું સેલ્યુલોઝયુક્ત દ્રવ્ય તેના આમાશયમાં પણ હોય છે. આમાશયમાં રહેલા બેક્ટેરિયા આ સેલ્યુલોઝને તોડે છે અને પશુઓના પોષણમાં મહત્વપૂર્ણ યોગદાન આપે છે. શું તમે વિચારી શકો છો કે, મનુષ્ય તેના આહારમાં રહેલ સેલ્યુલોઝનું પાચન કરી શકે છે? આમ, પશુઓનું છાણ (મળ-dung) જેને ગોબર કહેવાય છે, તે આ બેક્ટેરિયાની ઉચ્ચ માત્રા ધરાવે છે. આ છાણ (ગોબર) બાયોગેસના ઉત્પાદનમાં વપરાય છે માટે તેને ગોબર ગેસ કહે છે.

બાયોગેસ પ્લાન્ટમાં કૉકીટનો ખાડો (10-15 ફૂટ ઊંડો) બનાવેલ હોય છે, જેમાં જૈવિક કચરો અને



આકૃતિ 8.8 : એક લાક્ષણિક બાયોગેસ પ્લાન્ટ

છાણનો કાદવ (slurry) ભરવામાં આવે છે. તેની ઉપર તરતું આચ્છાદન (floating cover) રાખવામાં આવે છે. બેક્ટેરિયા દ્વારા સર્જતા વાયુને કારણે આ આચ્છાદન ઉપર તરફ ઊંચકાય છે. પ્લાન્ટની સાથે વાયુને બહાર લઈ જતી પાઈપ ગોઠવેલી હોય છે. જે નજીકનાં ઘરોમાં બાયોગેસ પૂરો પાડવા માટેની પાઈપ સાથે જોડેલી હોય છે. વધેલા કાદવનો અન્ય નળી દ્વારા બહાર નિકાલ કરવામાં આવે છે, જેનો ખાતર તરીકે ઉપયોગ થાય છે. ગ્રામ્ય વિસ્તારમાં પશુનું છાણ પુષ્કળ માત્રામાં પ્રાપ્ત થતું હોય છે કારણ કે ત્યાં પશુઓનો વિવિધ હેતુસર ઉપયોગ થાય છે. માટે જ બાયોગેસ પ્લાન્ટ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં વધુ જોવા મળે છે. બાયોગેસનો ઉપયોગ રાંધવા અને પ્રકાશઉર્જા મેળવવા માટે થાય છે. બાયોગેસ પ્લાન્ટનું ચિત્ર આકૃતિ 8.8માં આપેલ છે. ભારતમાં ઈન્ડિયન એગ્રિકલ્ચરલ રિસર્ચ

ઈન્સ્ટિટ્યૂટ (IARI) તથા ખાદી અને ગ્રામઉદ્યોગ કમિશન (Khadi and Village Industries Commission -KVIC)ના પ્રયાસોથી બાયોગેસ ટેકનોલોજી વિકસાવવામાં આવી છે. જો તમારી શાળા ગામડાંમાં કે તેની નજીક આવેલ હોય, તો નજીકના બાયોગેસ પ્લાન્ટની માહિતી તમારા માટે રસપ્રદ રહેશે. બાયોગેસ પ્લાન્ટની મુલાકાત લો અને તેના વ્યવસ્થાપનકર્તાઓ સાથે વાતચીત કરી તેના વિશે વધુ જાણકારી મેળવી શકાય છે.

8.5 જૈવિક નિયંત્રકો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો (Microbes as Biocontrol Agents)

જૈવ નિયંત્રકો એટલે જૈવિક પદ્ધતિઓના ઉપયોગ દ્વારા વનસ્પતિ રોગો અને ઉપદ્રવી જંતુ (pest)નું નિયંત્રણ. આધુનિક યુગમાં, કીટનાશકો (insecticides) અને જંતુનાશકો (pesticides)ના વધતા ઉપયોગ દ્વારા તેનું નિયંત્રણ થઈ રહ્યું છે. આ રસાયણો વિષારી છે અને મનુષ્ય તેમજ પ્રાણીઓ માટે ખૂબ જ હાનિકર્તા છે. ઉપરાંત તેઓ આપણા પર્યાવરણ (ભૂમિ, ભૂમિય જળ), ફળો, શાકભાજી અને પાકો પ્રદૂષિત કરી રહ્યા છે. નીંદણના નાશ માટે વપરાતા નીંદણનાશક (weedcides) દ્વારા આપણી ભૂમિ પણ પ્રદૂષિત થઈ રહી છે.

ઉપદ્રવી જંતુ અને રોગોનું જૈવિક-નિયંત્રણ (Biological control of pests and diseases) : કૃષિક્ષેત્રે પેસ્ટ કંટ્રોલની આ પદ્ધતિ રસાયણોના ઉપયોગની સાપેક્ષે પ્રાકૃતિક ભક્ષકો પર વધુ નિર્ભર છે. કાર્બનિક ખેતી કરનાર (organic farmer) અનુસાર જૈવ-વિવિધતા જ સ્વાસ્થ્યની ચાવી છે. દૃશ્ય ભૂમિ પર જેટલી વિવિધતા વધુ, તેટલું વધુ તેનું સ્થાયીપણું. જૈવિક ખેતી કરતા ખેડૂતો એક એવું તંત્ર વિકસાવવામાં કાર્યરત હોય છે જેમાં કીટકો (જેને કેટલીક વાર ઉપદ્રવી જીવાતો કહેવામાં આવે છે) તેમનું નિવારણ ન કરતા તેના સ્થાને વ્યવસ્થાપન સ્તરે એક જીવંત અને ગતિશીલ નિવસનતંત્રમાં તેના ઘટાડા (check) અને સંતુલન માટે જટિલ તંત્રનું નિર્માણ કરવામાં આવે. વધુમાં, ‘પરંપરાગત’ (conventional) ખેતીની રાસાયણિક પદ્ધતિઓમાં આડેધડ લાભદાયી અને હાનિકારક બંને જૈવ સ્વરૂપોને મારી નાંખવામાં આવે છે, તે એક સાફલ્યવાદી દૃષ્ટિકોણ છે. જે



પ્રાણીસમૂહ અને વનસ્પતિ સમૂહના ક્ષેત્રની અસંખ્ય રચના કરતા સજીવોની પારસ્પરિક પ્રક્રિયાઓના જાળાની સમજનો વિકાસ માગે છે. ઓર્ગેનિક ફાર્મરની નજરે મોટે ભાગે આ દૃષ્ટિકોણ વિકસિત થાય છે કે પ્રાણી કે જેને આપણે જીવાત (પેસ્ટ) પણ કહીએ છીએ તેનું નિવારણ માત્ર અશક્ય નથી, પરંતુ અનિચ્છનીય પણ છે, તેમના વગર લાભદાયી પરભક્ષી અને પરોપજીવી કીટક જીવંત રહી શકે નહિ, કે જે જીવાત પર પોતાના પોષણ કે ખોરાક માટે તે નિર્ભર હોય છે. આથી જૈવ-નિયંત્રણ દ્વારા, વિષારી રસાયણો અને જંતુનાશકો પરની આપણી નિર્ભરતા મહદંશે ઘટી જાય છે. જૈવ-કૃષિ (biological farming)ના મહત્વના પ્રસ્તાવ થકી આપણે ભિન્ન જીવંત સ્વરૂપો જે ખેતરમાં વસવાટ કરતા પરભક્ષીઓ તે જ રીતે જંતુ-જીવાતો અને તેમના જીવનચક્રો, ખોરાક ગ્રહણ કરવાની રીતભાત તેમજ વસવાટના સ્વરૂપો જે તેઓ પસંદ કરે છે તેમનાથી પરિચિત થઈએ છીએ. જે આપણને જૈવ-નિયંત્રણનાં યોગ્ય સાધનોનો વિકાસ કરવામાં મદદ કરે છે.

ખૂબ જ જાણીતા લેડીબર્ડ (Ladybird) અને ડ્રેગનફ્લાય (Dragonflies) જેના શરીર પર લાલ અને કાળા રંગના નિશાન હોય છે તેવા ભૂંગકીટકો (beetles)નો ઉપયોગ કમશ: એફિડ્સ (aphids) અને મચ્છરો (mosquitoes)થી છૂટકારો મેળવવામાં ખૂબ લાભદાયી છે. સૂક્ષ્મજીવી જૈવ-નિયંત્રણના ઉદાહરણ સ્વરૂપ બેસિલસ થુરિન્જિનેન્સિસ (*Bacillus thuringiensis* - જેને Bt તરીકે ઓળખાય છે). બેક્ટેરિયાનો ઉપયોગ પતંગિયાની ઈયળ (caterpillar)ના નિયંત્રણ માટે કરવામાં આવે છે. તેઓ શુષ્ક બીજાણુ (dried spores) સ્વરૂપે પેકેટ (sachet)માં ઉપલબ્ધ છે, જેને પાણીમાં ભેળવીને, અસરગ્રસ્ત સંવેદનશીલ વનસ્પતિઓ જેવી કે રાઈ (*Brassica*) અને ફળાઉ વૃક્ષો પર તેનો છંટકાવ કરવામાં આવે છે, જ્યાં કીટકોના ડિમ્બ (larvae) દ્વારા તે ખવાય છે. ડિમ્બના અન્નમાર્ગમાં આ વિષ મુક્ત થાય છે અને ડિમ્બોને મારી નાંખે છે. જીવાણુમય રોગ કેટરપીલર (ઈયળ)ને મારી નાંખે છે, પરંતુ, અન્ય કીટકોને કોઈ નુકસાન પહોંચાડતા નથી. લગભગ છેલ્લા દસકામાં જનીન ઈજનેરીવિદ્યાના વિકાસથી વૈજ્ઞાનિકોએ બેસિલસ થુરિન્જિનેન્સિસના વિષકારક જનીનને વનસ્પતિમાં દાખલ કર્યું છે. આવી વનસ્પતિઓ કીટ-જીવાતના આક્રમણ સામે પ્રતિકારકતા દર્શાવે છે. **Bt-કપાસ** આવું એક ઉદાહરણ છે જે આપણા દેશનાં કેટલાંક રાજ્યોમાં ઉછેરવામાં આવે છે. તેના વિશે વધુ જાણકારી તમે પ્રકરણ 10માં મેળવશો.

જૈવ-નિયંત્રણ હેઠળ ટ્રાયકોડર્મા (*Trichoderma*) ફૂગનો ઉપયોગ રોગિષ્ઠ પાકની સારવારમાં કરવામાં આવે છે. ટ્રાયકોડર્મા મુક્ત જીવી ફૂગ છે. જે સામાન્યતઃ મૂળના નિવસનતંત્રમાં જોવા મળે છે. તે ઘણા વનસ્પતિ રોગકારકો માટે અસરકારક જૈવ-નિયંત્રક છે.

બકુલોવાઈરસ (Baculoviruses) કીટકો અને અન્ય સંધિપાદીઓમાં રોગ સર્જે છે. મોટા ભાગના બકુલોવાઈરસ જૈવ-નિયંત્રકો છે. તેમનો સમાવેશ ન્યુકલિઓ પોલીહેડ્રોવાઈરસ (*Nucleo polyhedrovirus*) પ્રજાતિ હેઠળ થાય છે. આ વિષાણુઓ જાતિ-વિશેષ, લઘુ વર્ણપટીય કીટકીય પ્રયોજન (narrow spectrum insecticidal application) માટે શ્રેષ્ઠ સભ્યો માનવામાં આવે છે. એવું જોવા મળ્યું કે તેઓ વનસ્પતિ, સસ્તન, પક્ષીઓ, માછલીઓ કે લક્ષ્યહીન કીટકો પર કોઈ નકારાત્મક અસર ધરાવતા નથી. તે વિશેષરૂપે ત્યારે ઈચ્છનીય છે, જ્યારે લાભદાયી કીટકોનું સંરક્ષણ થાય. જેથી ઈન્ટિગ્રેટેડ પેસ્ટ પ્રોગ્રામ (integrated pest management - IPM)માં તેમનો ઉપયોગ કરી સંવેદી નિવસનતંત્રીય વિસ્તારનો ઉપચાર થાય.

8.6 જૈવિક ખાતરો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો (Microbes as Biofertilisers)

વર્તમાન જીવનશૈલી જોઈએ તો પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ એ ચિંતાનું મુખ્ય કારણ છે. કૃષિ-ઉત્પાદનોની વધતી માંગને પહોંચી વળવા માટે રાસાયણિક ખાતરોનો વધુપડતો ઉપયોગ, એ પ્રદૂષણ સર્જવા માટેનું અગત્યનું કારણ છે. પરંતુ, હવે આપણને સમજાઈ ગયું છે કે રાસાયણિક ખાતરોના વધુપડતાં ઉપયોગથી ઘણી સમસ્યાઓ સર્જાઈ શકે છે,



જેના પરિણામે **કાર્બનિક ખેતી (organic farming)** કરવા અને **જૈવિક ખાતરો (biofertilisers)**નો ઉપયોગ વધારવા દબાણ વધી રહ્યું છે. જૈવિક ખાતરો એવા સજીવો છે જે ભૂમિને પોષકોથી સમૃદ્ધ બનાવે છે. જૈવ-ખાતરોનો મુખ્ય સ્રોત બેક્ટેરિયા, ફૂગ અને સાયનો બેક્ટેરિયા છે. તમે અભ્યાસ કર્યો છે કે, શિમ્બી કુળની વનસ્પતિઓના મૂળ પર સહજીવી રાઈઝોબિયમ (*Rhizobium*) બેક્ટેરિયા દ્વારા ગંડિકાનું નિર્માણ થાય છે. બેક્ટેરિયા વાતાવરણમાંના N_2 નું સ્થાપન કરી કાર્બનિક દ્રવ્યો બનાવે છે જે વનસ્પતિ માટે પોષક ઘટક તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે. અન્ય બેક્ટેરિયા જે ભૂમિમાં મુક્તજીવી [એઝોસ્પિરીલીયમ (*Azospirillum*) અને એઝોટોબેક્ટર (*Azotobacter*)] તરીકે વસે છે, તેઓ પણ વાતાવરણમાંના N_2 નું સ્થાપન કરીને, ભૂમિને નાઈટ્રોજનથી સમૃદ્ધ કરે છે.

ફૂગ પણ વનસ્પતિ સાથેનું સહજીવન રચવા માટે જાણીતી છે (**માઈકોરાઈઝા**). ગ્લોમસ (*Glomus*) પ્રજાતિની ઘણી ફૂગ **માઈકોરાઈઝા (કવકમૂળ / mycorrhiza)** રચે છે. જેમાં ફૂગ સહજીવી તરીકે ભૂમિમાંથી ફોસ્ફરસનું શોષણ કરે છે અને વનસ્પતિને પૂરો પાડે છે. આવું સંકલન ધરાવતી વનસ્પતિઓને અન્ય લાભ પણ મળે છે, જેમ કે, મૂળમાં રોગપ્રેરતા રોગકારકો સામે પ્રતિકારકતા, ક્ષાર અને શુષ્કતા સામે ટકી રહેવાની ક્ષમતા, તેમજ વનસ્પતિની સર્વાંગી વૃદ્ધિ અને વિકાસ પ્રેરવો છે. શું તમે જણાવી શકો છો કે, ફૂગને આવા સંકલનથી શું ફાયદો મળે છે ?

સાયનોબેક્ટેરિયા (Cyanobacteria) સ્વપોષી સૂક્ષ્મજીવો છે, જે જલીય તેમજ સ્થલીય વાતાવરણમાં વિસ્તૃતરૂપે જોવા મળે છે. જેમાંના મોટા ભાગના વાતાવરણમાંના નાઈટ્રોજનને સ્થાપિત કરે છે - દા.ત., એનાબીના (*Anabaena*), નોસ્ટોક (*Nostoc*), ઓસિલેટોરિયા (*Oscillatoria*) વગેરે. ડાંગરનાં ખેતરોમાં સાયનો બેક્ટેરિયા જૈવિક ખાતર તરીકે ઉપયોગી છે. નીલહરિત લીલ (Blue green algae) પણ ભૂમિમાં કાર્બનિક દ્રવ્યોનો ઉમેરો કરે છે અને જમીનની ફળદ્રુપતામાં વધારો કરે છે. હાલમાં, આપણા દેશમાં મોટી સંખ્યામાં જૈવ-ખાતરો બજારમાં વ્યાપારી ધોરણે પ્રાપ્ય છે અને ખેડૂતો તેમનો નિયમિતરૂપે ઉપયોગ કરી રહ્યા છે, જેથી ખનીજ તત્વોની ભરપાઈ થઈ શકે અને રાસાયણિક ખાતરો પરની નિર્ભરતા ઓછી થાય.

સારાંશ

સૂક્ષ્મજીવો પૃથ્વી પર જીવનના અગત્યના ઘટક છે. બધા સૂક્ષ્મજીવો રોગજન્ય હોતા નથી. ઘણા સૂક્ષ્મજીવો મનુષ્ય માટે લાભદાયી છે. આપણે દરરોજ સૂક્ષ્મજીવો અને તેના વ્યુત્પન્નોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. LAB (લેક્ટિક એસિડ બેક્ટેરિયા)નો ઉપયોગ દૂધમાંથી દહીં બનાવવા માટે થાય છે. બ્રેડ બનાવવા માટેની કણક (dough)માં આથવણ સેક્કેરોમાયસિસ સેરેવિસી યીસ્ટ દ્વારા લાવવામાં આવે છે. ઈડલી અને ઢોંસા માટેના ખીરામાં પણ સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા આથો લાવી મેળવવામાં આવે છે. ચીઝનું પોત (texture) સ્વાદ અને સુગંધ (flavour) માટે બેક્ટેરિયા અને ફૂગ ઉપયોગી છે. ઉદ્યોગોમાં વિવિધ પ્રક્રિયાઓ વડે ઉપયોગી લેક્ટિક એસિડ, એસિટિક એસિડ અને આલ્કોહોલનું ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા કરવામાં આવે છે. પેનિસિલિન એન્ટિબાયોટિક કે જે ઉપયોગી સૂક્ષ્મજીવમાંથી મેળવવામાં આવે છે તેનો ઉપયોગ રોગજન્ય હાનિકારક સૂક્ષ્મજીવોના નાશ માટે થાય છે. એન્ટિબાયોટિક્સ, ઘણા ચેપી રોગોના નિયંત્રણ માટે થાય છે. જેવાં કે, રિખેરિયા, કાળી ખાંસી (ગિંટાંટિયું) અને ન્યુમોનિયા. સદીઓથી સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ સુએઝની સારવાર માટે સક્રિય સ્વજના નિર્માણ દ્વારા કરવામાં આવે છે અને જેથી



કુદરતમાં પાણીનું પુનઃ ચક્રીયકરણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. વનસ્પતિ કચરાના વિઘટન દ્વારા મિથેનોજેન્સ મિથેન (બાયોગેસ) સર્જે છે. ગ્રામ્ય વિસ્તારોમાં સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા સર્જાતો બાયોગેસ એક ઊર્જાસ્રોત તરીકે ઉપયોગી છે. સૂક્ષ્મજીવો હાનિકારક પેસ્ટનો નાશ કરે છે. જેને જૈવ-નિયંત્રકો કહે છે. જૈવ-નિયંત્રકો થકી પેસ્ટના નિયંત્રણ માટે વપરાતા પેસ્ટિસાઈડ્સના વધુ ઉપયોગને ટાળે છે. તેથી એવી આગેવાનીની જરૂર છે જેમાં રાસાયણિક ખાતરોના સ્થાને જૈવ ખાતરોના ઉપયોગ પર ભાર મુકાય. સૂક્ષ્મજીવોના વિવિધ ઉપયોગથી સ્પષ્ટ થઈ ગયું છે કે, મનુષ્ય જેનો ઉપયોગ કરી રહ્યો છે તેવા માનવસમાજના કલ્યાણમાં આ અનેક સૂક્ષ્મજીવોની ભૂમિકા અગત્યની છે.



સ્વાધ્યાય

1. બેક્ટેરિયા નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી, પરંતુ તેઓને જોવા માટે સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર (Microscope)ની મદદ લેવી પડે છે. જો તમે તમારા ઘરેથી તમારી જીવવિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળામાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી સૂક્ષ્મજીવોની હાજરી દર્શાવવા માટે એક નમૂનો લઈ જાઓ છો, તો તમે કયો નમૂનો લેશો અને શા માટે ?
2. ચયાપચય દરમિયાન સૂક્ષ્મજીવો વાયુઓ મુક્ત કરે છે, તેને સિદ્ધ કરતાં ઉદાહરણો આપો.
3. તમે કયા ખોરાકમાં લેક્ટિક એસિડ બેક્ટેરિયા (LAB) જોઈ શકો છો ? તેઓનાં કેટલાંક ઉપયોગી પ્રયોજનો જણાવો.
4. ઘઉં, ચોખા અને ચણામાંથી બનાવેલ કેટલીક પરંપરાગત ભારતીય ખાદ્યપદાર્થો (અથવા તેઓની નીપજો)ના નામ આપો અને તેમાં કયા સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ થાય છે ?
5. નુકસાનકારક બેક્ટેરિયાના કારણે થતા રોગોના નિયંત્રણમાં કયા ઉપયોગી સૂક્ષ્મજીવોની મુખ્ય ભૂમિકા હોય છે ?
6. ફૂગની કોઈ પણ બે જાતિનાં નામ આપો કે જે એન્ટિબાયોટિક્સના નિર્માણમાં ઉપયોગી છે ?
7. સુએઝ એટલે શું ? આપણા માટે સુએઝ કેવી રીતે હાનિકારક છે ?
8. પ્રાથમિક અને દ્વિતીય ટ્રીટમેન્ટ વચ્ચે ચાવીરૂપ ભેદ કયો છે ?
9. શું તમે વિચારી શકો છો કે, સૂક્ષ્મજીવો ઊર્જાના સ્રોત છે ? જો હા હોય તો કેવી રીતે ?
10. સૂક્ષ્મજીવોના ઉપયોગથી રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકોનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય છે. આ કેવી રીતે થઈ શકે છે સમજાવો.
11. BOD કસોટીને અનુલક્ષીને પાણી, સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટમાંથી બહાર નીકળતા પાણી, નદીનું પાણી, સારવાર ન પામેલ સુએઝનું પાણી (દ્વિતીય ઈન્ફ્લ્યુઅન્ટ)ની કસોટી કરાય છે. નમૂનાઓને નામનિર્દેશિત A, B અને C કરાય છે. પરંતુ પ્રયોગશાળાના સ્વીકારનાર વ્યક્તિએ નોંધ કરી નહિ. ત્રણ નમૂનાઓ A, B અને Cનાં BOD મૂલ્યોની નોંધ ક્રમાનુસાર છે. 20 mg/L, 8 mg/L અને 40 mg/L છે. પાણીનો કયો નમૂનો સૌથી વધુ પ્રદૂષિત છે ? શું નદીનું પાણી અન્ય નમૂનાઓની સાપેક્ષ વધુ સ્વચ્છ છે તેવું તમે કહી શકશો ?



12. સાયક્લોસ્પોરીન A (પ્રતિરક્ષાશામક દવા) અને સ્ટેટિન્સ (રુધિર કોલેસ્ટેરોલનું પ્રમાણ ઘટાડનાર કારકો) ક્યાંથી મેળવાય છે ? તે સૂક્ષ્મજીવોનાં નામ શોધો.
13. સૂક્ષ્મજીવોની નીચે આપેલ ઘટના માટે ભૂમિકા શોધો અને તેની તમારા શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરો :
 - (a) એકકોષજન્ય પ્રોટીન (SCP)
 - (b) ભૂમિ
14. માનવસમાજ માટે તેઓની અગત્યને આધારે ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો. (સૌથી અગત્યનું પહેલું લેવું.) તમારા જવાબનાં કારણો આપો.
બાયોગેસ, સાઈટ્રિક એસિડ, પેનિસિલિન અને દહીં.
15. જમીનની ફળદ્રુપતામાં જૈવિક ખાતરો કેવી રીતે વધારો કરે છે ?

એકમ 9

બાયોટેકનોલોજી (Biotechnology)

પ્રકરણ : 9

બાયોટેકનોલોજી : સિદ્ધાંતો
અને પ્રક્રિયાઓ

પ્રકરણ : 10

બાયોટેકનોલોજી અને તેના
પ્રયોજનો

17મી સદીના ફ્રેન્ચ તત્ત્વજ્ઞાની, ગણિતશાસ્ત્રી તથા જૈવવિજ્ઞાની રેને ડેસકાર્ટિઝ (Rene Descartes)ના દિવસોથી જ સમગ્ર માનવજ્ઞાન અને ખાસ કરીને પ્રકૃતિ વિજ્ઞાન તેવી દિશામાં આગળ વધ્યું કે જેમાં પ્રાદ્યૌગિક (technology) વિકાસ થયો જેના પરિણામ સ્વરૂપે માનવ-જીવનની સુખાકારીમાં વૃદ્ધિ થઈ અને મનુષ્યના જીવનનું મહત્ત્વ પણ પ્રસ્થાપિત થયું. આ પ્રાકૃતિક ઘટનાને સમજવા માટેના તમામ અભિગમો માનવકેન્દ્રી બની ગયા છે. ભૌતિકવિજ્ઞાન અને રસાયણવિજ્ઞાને ઈજનેરી, ટેકનોલોજી અને ઔદ્યોગિક સંસ્થાઓને જન્મ આપ્યો કે જે બધાએ માનવ-સુખસુવિધાઓ તથા તેના કલ્યાણ માટે કાર્ય કર્યું છે. જીવવિજ્ઞાનનો મુખ્ય ઉપયોગ ખોરાકના સ્રોત તરીકે થઈ રહ્યો છે. બાયોટેકનોલોજી, 20મી સદીની આધુનિક જીવવિજ્ઞાનની પ્રશાખા છે, જેણે આપણા રોજબરોજના જીવનમાં પરિવર્તન લાવી દીધું છે કારણ કે તેનાં ઉત્પાદનોએ આરોગ્યમાં તથા ખોરાક-ઉત્પાદનમાં ગુણાત્મક સુધારણા લાવી દીધી છે. આ એકમમાં બાયોટેકનોલોજીની પ્રક્રિયાઓ તથા કેટલાંક પ્રયોજનોને સમજવા માટેના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો પ્રકાશિત કરવામાં આવ્યા છે તથા તેના ઉપર વિચાર-વિમર્શ કરવામાં આવેલ છે.





હર્બર્ટ બોયર
Herbert Boyer
(1936)

હર્બર્ટ બોયર(Herbert Boyer)નો જન્મ 1936માં થયો હતો તથા તેમનો ઉછેર પશ્ચિમી પેન્સિલવેનિયાના એક પ્રાંતમાં થયો હતો જ્યાં મોટા ભાગના યુવાનોના ભાગ્યમાં રેલ, રસ્તા તથા સૂરંગો હતા. વર્ષ 1963માં પિટ્સબર્ગના વિશ્વવિદ્યાલયમાં તેઓએ તેમનો સ્નાતક અભ્યાસ પૂર્ણ કર્યો તથા તેને અનુસરીને ચેલમાં તેઓએ અનુસ્નાતક અભ્યાસમાં ત્રણ વર્ષ પસાર કર્યા.

વર્ષ 1966માં બોયરે સાન ફ્રાન્સિસ્કોમાં આવેલ કેલિફોર્નિયા વિશ્વવિદ્યાલયમાં સહાયક પ્રાધ્યાપકનો કાર્યભાર સ્વીકાર્યો. 1969 સુધી તેઓએ વિશિષ્ટ લાભદાયક ગુણોયુક્ત ઈ. કોલાઈ બેક્ટેરિયાના ઘણાબધા રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો પર અધ્યયન પૂર્ણ કર્યું. બોયરે અવલોકન કર્યું કે, આ ઉત્સેચકોમાં DNA શૃંખલાને એક વિશિષ્ટ ઢબે કાપવાની ક્ષમતા હોય છે અને જે ભાગ શેષરૂપે બચે છે તેને શૃંખલા પરનો 'ચીપકુ છોડો' કહેવાય છે. આ આલિંગન છેડા ચોક્કસ પ્રક્રિયામાં DNAના ટુકડાઓ સાથે જોડાઈ જાય છે.

આ શોધના પરિણામ સ્વરૂપે હાવાઈ સ્થિત સ્ટેનફોર્ડ વૈજ્ઞાનિક સ્ટેનલી કોહેન (Stanley Cohen) સાથે બહુમૂલ્ય તથા લાભદાયક વિચાર-વિમર્શ થઈ શક્યો. કોહેન DNAના નાનાં-નાનાં વલયો જેને પ્લાસ્મિડ કહે છે તેના પર કાર્ય કરતા હતા. આ પ્લાસ્મિડ કેટલાક વિશેષ બેક્ટેરિયલ કોષોના કોષરસમાં મુક્ત સ્વરૂપે તરતા રહેતા હોય છે તથા DNAની સાંકેતિક શૃંખલા (કોષકેન્દ્રીય DNA)થી સ્વતંત્ર સ્વયંજનન કરે છે. કોહેને કોષમાંથી આ પ્લાસ્મિડને બહાર કાઢવાની તથા તેને ફરીથી અન્ય કોષોમાં દાખલ કરવાની પદ્ધતિ વિકસાવી હતી. આ પ્રક્રિયાને DNAના વિભાજન કરવાની પ્રક્રિયા સાથે સાંકળતા બોયર (Boyer) અને કોહેને (Cohen) DNAના ખંડોને ઈચ્છિત રૂપરેખાંકનમાં ફરીથી ગોઠવી પુનઃ સંયોજિત કરી અને બેક્ટેરિયલ કોષોમાં DNA દાખલ કરવા માટે સક્ષમ બનાવ્યા જે આગળ વધીને વિશિષ્ટ પ્રોટીન માટે ઉત્પાદક એકમ તરીકે કાર્ય કરી શકે. આ સફળતા બાયોટેકનોલોજીનો મૂળભૂત આધાર છે કે જેના પાયા ઉપર જૈવતકનીકી (Biotechnology) શાખાની સ્થાપના કરવામાં આવી હતી.



પ્રકરણ 9

બાયોટેકનોલોજી : સિદ્ધાંતો અને પ્રક્રિયાઓ (Biotechnology : Principles and Processes)

9.1 બાયોટેકનોલોજીના
સિદ્ધાંતો

9.2 રિકોમ્બિનન્ટ (પુનઃસંયોજિત)
DNA ટેકનોલોજીનાં ઉપકરણો

9.3 પુનઃસંયોજિત DNA
ટેકનોલોજીની ક્રિયાવિધિ

જૈવતકનીકી (biotechnology) જે સજીવો અથવા તેઓમાંથી પ્રાપ્ત થતા ઉત્સેચકોનો ઉપયોગ કરી મનુષ્ય માટે ઉપયોગી નીપજો અને ઉપયોગી પ્રક્રિયાઓનું ઉત્પાદન કરવાની તકનીકી સાથે સંકળાયેલ છે. આ અર્થમાં દહીં, બ્રેડ અથવા વાઇનની બનાવટ કે જે સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા સંપન્ન પ્રક્રિયાઓથી બને છે, તેને પણ બાયોટેકનોલોજીના સ્વરૂપ તરીકે વિચારવામાં આવે છે. વર્તમાન સમયમાં સીમિત અર્થમાં બાયોટેકનોલોજીને જોવામાં આવે તો તેમાં એ પ્રક્રિયાઓ આવે છે જેમાં ઉપર્યુક્ત પદાર્થોના વધારે માત્રામાં ઉત્પાદન માટે જનીન-પરિવર્તિત સજીવો (Genetically Modified Organisms-GMO)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આગળ જતા અનેક પ્રક્રિયાઓ / તકનીકોનો સમાવેશ બાયોટેકનોલોજીમાં કરવામાં આવ્યો છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઈન વિટ્રો (in vitro) ફલન દ્વારા ‘ટેસ્ટટ્યૂબ’ બેબીનું નિર્માણ, જનીનનું સંશ્લેષણ તથા તેનો ઉપયોગ, DNA રસી અથવા ક્ષતિગ્રસ્ત જનીનની સુધારણા આ બધા બાયોટેકનોલોજીનો જ ભાગ છે.

યુરોપિયન બાયોટેકનોલોજી સંગઠન (European Federation of Biotechnology - EFB) દ્વારા બાયોટેકનોલોજીની વ્યાખ્યા આપવામાં આવી જેમાં પરંપરાગત અભિગમ અને આધુનિક આણ્વિક બાયોટેકનોલોજીનો સમાવેશ છે. EFB દ્વારા આપવામાં આવેલ વ્યાખ્યા આ મુજબ છે :

‘નીપજો અને સેવાઓ માટે પ્રાકૃતિક જીવવિજ્ઞાન અને સજીવો, કોષો, તેમના ભાગો તથા આણ્વિક અનુરૂપતાનું સંકલન.’

9.1 બાયોટેકનોલોજીના સિદ્ધાંતો (Principles of Biotechnology)

ઘણી તકનીકીઓ પૈકી, નીચેની મુખ્ય બે તકનીકોએ આધુનિક બાયોટેકનોલોજીને જન્મ આપ્યો :

- (i) જનીન ઇજનેરીવિદ્યા (Genetic Engineering) : આ ટેકનોલોજી દ્વારા આનુવંશિક દ્રવ્યો (DNA અને RNA)ના રસાયણમાં પરિવર્તન પ્રેરીને તેને યજમાન સજીવમાં પ્રવેશ કરાવીને યજમાન સજીવના બાહ્ય સ્વરૂપ પ્રકારમાં ફેરફાર પ્રેરવામાં આવે છે.



- (ii) **જૈવપ્રક્રિયા-ઇજનેરીવિદ્યા (Bioprocess Engineering) :** રસાયણ ઇજનેરી પ્રક્રિયાઓમાં માત્ર ઇચ્છિત સૂક્ષ્મજીવો / સુકોષકેન્દ્રી કોષોની જંતુરહિત (સૂક્ષ્મજીવ સંક્રમણ- રહિત) જાળવણી કરીને વૃદ્ધિ કરાવી વધુ માત્રામાં બાયોટેકનોલોજિકલ નીપજો જેવી કે એન્ટિબાયોટિક્સ, રસીઓ, ઉત્સેચકો વગેરેનું નિર્માણ કરવામાં આવે છે.

ચાલો આપણે હવે જનીન ઇજનેરીવિદ્યાના સિદ્ધાંતોના સંકલ્પનાત્મક વિકાસને સમજીએ.

સંભવતઃ તમે અલિંગીપ્રજનનની સાપેક્ષમાં લિંગીપ્રજનનના ફાયદા વિશે જાણતા હશો. લિંગીપ્રજનન અજોડ આનુવંશિક વ્યવસ્થાનાં સંયોજનોની રચના તથા ભિન્નતા માટે તકો પૂરી પાડે છે. તેમાંના કેટલાક સજીવ તથા વસ્તી માટે ફાયદાકારક હોઈ શકે છે. અલિંગીપ્રજનન આનુવંશિક માહિતીને પરિરક્ષિત કરી પેઢી દર પેઢી જાળવી રાખે છે, જ્યારે લિંગીપ્રજનન દ્વારા ભિન્નતા ઉદ્ભવે છે. પરંપરાગત સંકરણની પદ્ધતિઓ કે જે વનસ્પતિઓ તથા પ્રાણીઓના સંવર્ધનમાં ઉપયોગી છે તેના દ્વારા કેટલીક વખત ઇચ્છિત જનીનો સાથે-સાથે અનિચ્છનીય જનીનોનો સમાવેશ તથા ગુણન થઈ જાય છે. ઉપર્યુક્ત ક્ષતિઓ દૂર કરવા માટે જનીન ઇજનેરીવિદ્યામાં **જનીન ક્લોનિંગ** અને **જનીન સ્થળાંતરણ (gene cloning and gene transfer)**નો ઉપયોગ કરી પુનઃસંયોજિત **DNA (r-DNA recombinant DNA)**નું નિર્માણ કરવામાં આવે છે, જેનાથી અનિચ્છનીય જનીનોને બાકાત રાખીને એક અથવા એકથી વધુ ઇચ્છનીય જનીનોને અલગ તારવીને લક્ષ સજીવમાં દાખલ કરી શકાય છે.

શું તમે જાણો છો કે જે DNAનો ટુકડો વિજાતીય સજીવોમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે તેનું ભવિષ્ય શું છે ? મોટા ભાગે આ DNAનો ટુકડો સજીવના બાળકોષોમાં સ્વયંજનન પામવાની ક્ષમતા ધરાવતો નથી. પરંતુ જ્યારે તે ગ્રાહીનાં જનીનો સાથે જોડાઈ જાય છે ત્યારે તે વિભાજન પામીને યજમાન DNA સાથે આનુવંશિક બની જાય છે કારણ કે, આ વિદેશી DNAનો ટુકડો રંગસૂત્રનો એક ભાગ બની જાય છે કે જેની પાસે સ્વયંજનનની ક્ષમતા હોય છે. રંગસૂત્રમાં DNAનો એક વિશિષ્ટ ક્રમ આવેલો હોય છે જેને **સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ (origin of replication)** કહે છે, જે સ્વયંજનનના પ્રારંભ માટે જવાબદાર હોય છે. આથી તે માટે કોઈ પણ સજીવમાં વિદેશી DNAના ટુકડાના ગુણન માટે તે રંગસૂત્ર અથવા રંગસૂત્રોનો ભાગ હોવો આવશ્યક હોય છે કે જે એક વિશિષ્ટ શૃંખલા ધરાવે છે જે ‘સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ’ તરીકે ઓળખાય છે. આ રીતે એક વિદેશી DNA સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ સાથે જોડાય છે, આથી આ વિદેશી DNAનો ટુકડો યજમાન સજીવમાં આપમેળે સ્વયંજનન તેમજ ગુણન પામી શકે છે. આને **ક્લોનિંગ (cloning)** પણ કહે છે અથવા કોઈ ટેમ્પલેટ DNAની એકસરખી અનેક નકલોનું નિર્માણ પણ કહી શકાય છે.

હવે એક કૃત્રિમ પુનઃસંયોજિત (રિકોમ્બિનન્ટ) DNA અણુના નિર્માણની પ્રથમ ઘટનાનો અભ્યાસ કરીશું. પ્રથમ રિકોમ્બિનન્ટ DNAનું નિર્માણ સાલમોનેલા ટાયફિમુરિયમ (*Salmonella typhimurium*)ના અસલ પ્લાસ્મિડ (native plasmid-વલયાકાર બાહ્ય રંગસૂત્રીય DNA કે જે સ્વતંત્ર સ્વયંજનન પામી શકે છે)માં એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધી જનીનના ટુકડાને જોડીને થઈ શક્યું. સ્ટેનલી કોહેન અને હરબર્ટ બોયરે 1972માં ઉપર્યુક્ત કાર્ય એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધક જનીનના અલગીકરણ દ્વારા સંપન્ન કર્યું, જે માટે તેમણે પ્લાસ્મિડમાંથી DNAનો ટુકડો કાપ્યો. જેમાં એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધકતા પ્રદાન કરવા માટે જવાબદાર જનીનો હતા. ‘આણ્વિક કાતર’ તરીકે ઓળખાતા રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકોની શોધથી DNAને વિશિષ્ટ જગ્યાઓથી કાપવાનું શક્ય બની શક્યું. કાપેલા DNAના ટુકડાને પ્લાસ્મિડ સાથે જોડવામાં આવે છે. આ પ્લાસ્મિડ DNA એ



વાહકની જેમ કાર્ય કરે છે, જે તેની સાથે જોડાયેલ DNAને સ્થાનાંતરિત કરે છે. સંભવતઃ તમે જાણો છો કે મચ્છર, કીટવાહક તરીકે વર્તીને મેલેરિયાના પરોપજીવીને મનુષ્યમાં સ્થાનાંતરિત કરે છે. બસ, આવી જ રીતે પ્લાસ્મિડનો વાહક તરીકે ઉપયોગ કરીને વિદેશી DNAના ટુકડાને યજમાન સજીવોમાં મોકલવામાં આવે છે. એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધક (resistance) જનીનને વાહક સાથે જોડવાનું કાર્ય DNA લાયગેઝ ઉત્સેચક દ્વારા થાય છે. જે DNA અણુના કપાયેલા ભાગ પર કામ કરીને તેના છેડાઓને જોડવાનું કામ કરે છે. આવી રીતે એક નવા સ્વયં પ્રતિકૃતિ બનાવવાવાળા (પોતાની રીતે સ્વયંજનિત થતા) વલયાકાર DNAનું *in vitro* નિર્માણ થાય છે, જે રિકોમ્બિનન્ટ DNA તરીકે ઓળખાય છે. જ્યારે આ DNA ઈ. કોલાઈ (*E. coli*) બેક્ટેરિયા કે જે સાલ્મોનેલા (*Salmonella*) સાથે નજદીકનો સંબંધ ધરાવે છે તેમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે ત્યારે તે નવા યજમાનના DNA પોલિમરેઝ ઉત્સેચકનો ઉપયોગ કરીને પ્રતિકૃતિઓ બનાવવા લાગે છે. ઈ. કોલાઈમાં એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધક જનીનની અનેક નકલો બનાવવાની ક્ષમતાને ઈ. કોલાઈમાં એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધક જનીનનું ક્લોનિંગ કહેવાય છે.

તમે અનુમાન લગાવી શકો છો કે, જનીન પરિવર્તિત સજીવોના નિર્માણમાં મૂળભૂત ત્રણ ચરણો છે :

- ઈચ્છિત જનીનયુક્ત DNAની ઓળખ;
- ઓળખ પામેલા DNAનો યજમાનમાં પ્રવેશ;
- પ્રવેશેલા DNAની યજમાનમાં જાળવણી તથા તેની સંતતિઓમાં DNAનું સ્થળાંતર.

9.2 રિકોમ્બિનન્ટ (પુનઃસંયોજિત) DNA ટેકનોલોજીનાં ઉપકરણો (Tools of Recombinant DNA Technology)

હવે આપણે પહેલાંની ચર્ચા પરથી જાણી ચૂક્યા છીએ કે, જનીન ઇજનેરીવિદ્યા અથવા રિકોમ્બિનન્ટ DNA ટેકનોલોજી ત્યારે જ પૂર્ણ થઈ શકે છે કે જ્યારે આપણી પાસે મહત્વનાં ઉપકરણો જેવા કે, રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો, પોલિમરેઝ ઉત્સેચકો, લાયગેઝ, વાહકો અને યજમાન સજીવ હોય. ચાલો, હવે આમાંથી કેટલાકને વિસ્તૃતમાં સમજવાનો પ્રયાસ કરીએ.

9.2.1 રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો (Restriction Enzymes)

વર્ષ 1963માં બે ઉત્સેચકોને અલગ કરવામાં આવ્યા કે, જે ઈ. કોલાઈમાં બેક્ટેરિયોફેજની વૃદ્ધિને અવરોધવા માટે જવાબદાર છે. તેમાંનો એક DNAમાં મિથાઈલ સમૂહને ઉમેરે છે જ્યારે બીજો DNAને કાપે છે. પછીથી તેમાંના બીજાને રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ કહેવામાં આવ્યો.

પ્રથમ રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ *Hind-II*, જેનું કાર્ય DNA ન્યુક્લિઓટાઈડના વિશિષ્ટ ક્રમ પર આધાર રાખે છે, તે પાંચ વર્ષ પછી અલગ કરાયો અને ઓળખવામાં આવ્યો. એવું જોવા મળ્યું કે, *Hind-II* હંમેશાં DNA અણુના એક ચોક્કસ બિંદુ પર કાપ મૂકે છે જ્યાં છ બેઈઝ જોડનો એક ચોક્કસ ક્રમ હોય છે. આ ચોક્કસ બેઈઝક્રમ *Hind-II*ના ઓળખક્રમ તરીકે જાણીતો છે. *Hind-II* સિવાય આજે 900થી વધારે રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો વિશે જાણકારી છે જે બેક્ટેરિયાની 230થી વધારે જાતમાંથી અલગ કરવામાં આવી છે, જેમાંથી પ્રત્યેક અલગ-અલગ ઓળખક્રમોને ઓળખે છે.

આ ઉત્સેચકોના નામકરણમાં પરંપરાનુસાર, નામનો પ્રથમ અક્ષર પ્રજાતિમાંથી જ્યારે બીજા બે અક્ષરો આદિકોષકેન્દ્રી કોષની જાતિમાંથી લેવામાં આવે છે કે, જેમાંથી તેને અલગ કરવામાં આવ્યા હતા. ઉદાહરણ : Eco RI, ઇશ્વેરેશિયા કોલાઈ (*Escherichia coli*) RY 13માંથી આવ્યો છે.

તેમાં Eco RIમાં અક્ષર ‘R’ જાતના નામ પરથી લેવામાં આવેલ છે. નામ પછીનો રોમન અંક બેક્ટેરિયાની જે-તે જાતમાંથી કયા ક્રમમાં ઉત્સેચકને અલગ કરવામાં આવ્યો હતો તે દર્શાવે છે.

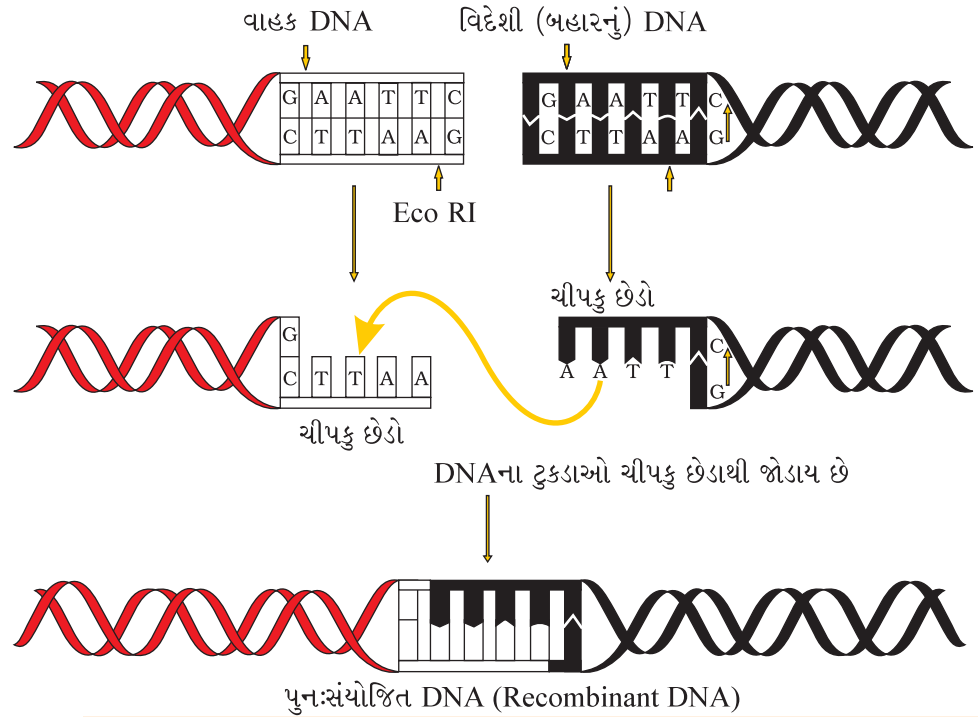
રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકોનો ન્યુક્લિએઝિસ કહેવાતા ઉત્સેચકોના મોટા વર્ગમાં સમાવેશ થાય છે. તે બે પ્રકારના હોય છે : એક્સોન્યુક્લિએઝ અને એન્ડોન્યુક્લિએઝ. એક્સોન્યુક્લિએઝ DNAના છેડા પરથી ન્યુક્લિઓટાઇડ્સને દૂર કરે છે, જ્યારે એન્ડોન્યુક્લિએઝ DNAની અંદર ચોક્કસ સ્થાન પર કાપ મૂકે છે.

પ્રત્યેક રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ DNAની શૃંખલાની લંબાઈનું નિરીક્ષણ કર્યા પછી તે કાર્ય કરે છે. જ્યારે તે પોતાનો ચોક્કસ ઓળખક્રમ પ્રાપ્ત કરી લે છે ત્યારે તે DNA સાથે જોડાય છે અને બેવડા કુંતલની બંને શૃંખલાને શર્કરા-ફોસ્ફેટ આધારસ્તંભોમાં ચોક્કસ બિંદુઓ પરથી કાપે છે (આકૃતિ 9.1). પ્રત્યેક રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ DNAમાં વિશિષ્ટ પેલિન્ડ્રોમિક ન્યુક્લિઓટાઇડ શૃંખલાઓ (palindromic nucleotide sequence)ને ઓળખે છે.

રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકનું કાર્ય

ઉત્સેચક કે જે DNAની બંને શૃંખલાઓને એક જ સ્થાનેથી કાપે

જ્યારે DNA પર GAATTC ક્રમ હાજર હોય ત્યારે Eco RI DNA પર ફક્ત G અને Aની વચ્ચે જ કાપ મૂકે છે



આકૃતિ 9.1 : રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ ઉત્સેચક Eco RIની પ્રક્રિયા દ્વારા પુનઃસંયોજિત DNAના નિર્માણનાં ચરણો

શું તમે જાણો છો કે, પેલિન્ડ્રોમ શું છે ? તે શબ્દોનો સમૂહ છે જેને આગળ-પાછળ બંને બાજુએથી વાંચતા સરખા વાંચી શકાય છે. ઉદાહરણ : ‘મલયાલમ.’ DNAમાં પેલિન્ડ્રોમ બેઈઝ જોડનો એક એવો ક્રમ હોય છે જે DNAની એક બાજુએથી બીજી બાજુ તરફ આગળ અને પાછળથી એકસરખા વાંચી શકાય છે.

બાયોટેકનોલોજી : સિદ્ધાંતો અને પ્રક્રિયાઓ

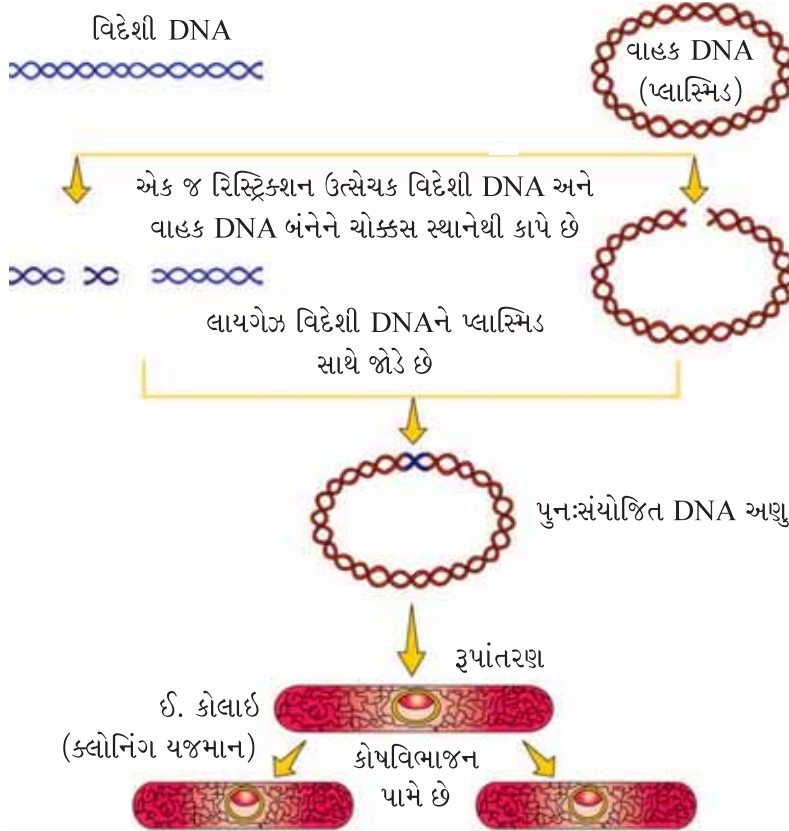
ઉદાહરણ : આપેલ કમને બંને શૃંખલામાં 5' → 3' દિશામાં વાંચવાથી એકસરખા વાંચી શકાય. જો તેને 3' → 5' દિશામાં વાંચવામાં આવે તોપણ તે સાચું પડે છે.

5' _____ GAATTC _____ 3'
3' _____ CTTAAG _____ 5'

રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક DNA શૃંખલાને પેલિન્ડ્રોમ સ્થાને કેન્દ્રથી સહેજ દૂર પરંતુ વિરુદ્ધ શૃંખલામાં બે સરખા બેઈઝની વચ્ચેથી કાપે છે જેના ફળ સ્વરૂપે છેડા પર એક શૃંખલાનો ભાગ રહી જાય છે. આથી બેવડા કુંતલના છેડા ઉપર એક શૃંખલાવાળો ટૂંકો ભાગ છૂટી જાય છે. આવા ટૂંકા એક શૃંખલામય લટકતા નાના ભાગને ચીપકુ છેડો કહે છે (આકૃતિ 9.1). તેનું આવું નામ એટલા માટે આપવામાં આવ્યું છે કારણ કે, તેના પૂરક કપાયેલા પ્રતિરૂપ સાથે હાઈડ્રોજન બંધ બનાવે છે. છેડાઓનું આ ચીપકાપણું (stickyness) ઉત્સેચક DNA લાયગેઝના કાર્યમાં સહાયતા પ્રદાન કરે છે.

રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝનો ઉપયોગ જનીન ઈજનેરીવિદ્યામાં પુનઃસંયોજિત DNA અણુ બનાવવા માટે કરવામાં આવે છે કે જે વિભિન્ન સ્રોતો/જનીન સંકુલ (genomes)માંથી પ્રાપ્ત થતા DNA ભેગા થઈને બનેલ હોય છે.

એક જ રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા કાપવાથી પ્રાપ્ત થનારા DNAના ખંડોમાં સમાન પ્રકારના ચીપકુ છેડા (sticky end) હોય છે અને તેને DNA લાયગેઝની મદદથી એકબીજા સાથે (છેડાથી છેડા-end to end) જોડી શકાય છે (આકૃતિ 9.2).

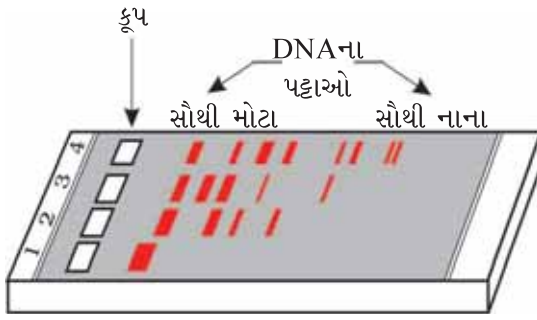


આકૃતિ 9.2: પુનઃસંયોજિત DNA (r-DNA) ટેકનોલોજીનું રેખાંકિત નિરૂપણ



તમે સંપૂર્ણ રીતે સમજી ચૂક્યા હશે કે, સામાન્યતઃ જ્યાં સુધી વાહક અને સ્રોત DNAને એક જ રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા કાપવામાં ન આવે ત્યાં સુધી પુનઃસંયોજિત વાહક અણુનું નિર્માણ થઈ શકતું નથી.

DNA ખંડોનું પૃથક્કરણ અને અલગીકરણ : રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ દ્વારા DNAને કાપવાના પરિણામ સ્વરૂપે DNAના ટુકડા થઈ જાય છે. આ ટુકડાઓને જેલ ઇલેક્ટ્રોફોરેસિસ (gel electrophoresis) તરીકે ઓળખાતી પદ્ધતિ દ્વારા અલગીકૃત કરી શકાય છે. કેમકે DNA ટુકડાઓ ઋણ વીજભારિત અણુઓ હોય છે જેથી તેઓને માધ્યમ / આધારકમાં વિદ્યુતક્ષેત્રની મદદથી ધન વિદ્યુતધ્રુવ (anode)ની તરફ બળપૂર્વક ધકેલીને અલગ કરી શકાય છે. આજકાલ સામાન્ય રીતે ઉપયોગ કરવામાં આવતું માધ્યમ એગેરોઝ છે. તે દરિયાઈ નિંદણ (sea weeds)માંથી અલગીકૃત કરાયેલ કુદરતી પોલીમર છે. અગારોઝ જેલની ચાળણી જેવી અસરથી DNAના ટુકડાઓ તેના કદ મુજબ અલગ થાય છે. આમ, તેના ટુકડાનું કદ જેટલું નાનું તેટલું તે વધુ દૂર સુધી ખસશે. આકૃતિ 9.3માં જુઓ અને અનુમાન લગાવો કે જેલના કયા છેડા પર સેમ્પલ ભરવામાં આવ્યું હતું.



આકૃતિ 9.3 : અપાયિત (પટ્ટી 1) અને પાયિત (પટ્ટી 2 થી 4) DNAના ખંડોના સમૂહનું સ્થાનાંતરણ દર્શાવતું લાક્ષણિક એગારોઝ જેલ ઇલેક્ટ્રોફોરેસિસ

અલગીકૃત DNAના ટુકડાઓને ત્યારે જ જોઈ શકાય છે જ્યારે આ DNAને ઇથીડિયમ બ્રોમાઇડ (ethidium bromide) નામના સંયોજન વડે અભિરંજિત કરીને UV કિરણો દ્વારા નિરાચ્છાદન (exposed) કરવામાં આવે (તમે શુદ્ધ DNAના ટુકડાઓને દૃશ્યમાન પ્રકાશમાં અભિરંજિત કર્યા વગર જોઈ શકતા નથી). ઇથીડિયમ બ્રોમાઇડથી અભિરંજિત જેલ ઉપર UV પ્રકાશ આપાત કરતાં DNAના ચળકતા નારંગી રંગના પટ્ટાઓ તમે જોઈ શકો છો (આકૃતિ 9.3). DNAના પટ્ટાઓને એગેરોઝ જેલમાંથી કાપીને બહાર કાઢવામાં આવે છે અને જેલના ટુકડાઓથી અલગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાને ઇલુશન(elution) કહે છે. આ રીતે શુદ્ધ કરવામાં આવેલ DNAના ટુકડાઓને ક્લોનિંગ વાહકો સાથે જોડીને રિકોમ્બિનન્ટ DNAના નિર્માણમાં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

9.2.2 ક્લોનિંગ વાહકો (Cloning Vectors)

તમે જાણો છો કે પ્લાસ્મિડ અને બેક્ટેરિયોફેજ બેક્ટેરિયલ કોષમાં રંગસૂત્રીય DNAના નિયંત્રણ વગર સ્વતંત્ર રીતે સ્વયંજનન કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. બેક્ટેરિયોફેજની પ્રત્યેક કોષમાં ઘણી વધારે સંખ્યા હોવાથી બેક્ટેરિયલ કોષમાં તેમના જનીનસંકુલ (genome)ની ઘણીબધી નકલો જોવા મળે છે. કેટલાક પ્લાસ્મિડની એક અથવા બે નકલો કોષ દીઠ હોય છે જ્યારે બીજાની 15-100 નકલો કોષ દીઠ હોય છે. તેની સંખ્યા આનાથી પણ વધારે હોઈ શકે છે. જો આપણે વિદેશી DNAના ટુકડાને બેક્ટેરિયોફેજ અથવા પ્લાસ્મિડ DNA સાથે જોડીએ તો તેની સંખ્યા પણ બેક્ટેરિયોફેજ અથવા પ્લાસ્મિડની નકલોની સંખ્યાને સમકક્ષ ગુણન કરાવી શકીએ છીએ. વર્તમાન સમયમાં ઉપયોગ કરાવવામાં આવતા વાહકો એવી રીતે તૈયાર કરવામાં આવે છે કે, જેથી વિદેશી DNAના સરળતાથી જોડાણમાં તથા બિનપુનઃસંયોજિતમાંથી પુનઃસંયોજિતની પસંદગીમાં સહાયતા પ્રાપ્ત થાય.

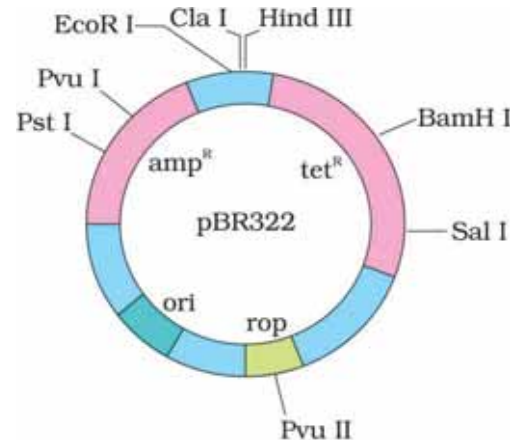


નીચેની વિશેષતાઓ વાહકમાં સાનુકૂળ ક્લોનિંગ કરવા માટે જરૂરી છે :

(i) **સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ [Origin of Replication (ori)]** : આ તે કમ છે જ્યાંથી સ્વયંજનનની શરૂઆત થાય છે અને જ્યારે કોઈ DNAનો ટુકડો આ શૃંખલા સાથે જોડાય છે ત્યારે યજમાન કોષની અંદર સ્વયંજનન કરી શકે છે. આ કમ, જોડાયેલ DNA (સંકલિત DNA)ની નકલોની સંખ્યાના નિયંત્રણ માટે પણ જવાબદાર છે. એટલા માટે જો કોઈ લક્ષ્ય DNAની ઘણી નકલો પ્રાપ્ત કરવા માંગતા હોય તો તેને એવા વાહકમાં ક્લોન કરવું જોઈએ કે જેની ઉત્પત્તિ (origin) ખૂબજ વધારે નકલો બનાવવામાં સહયોગ કરતી હોય.

(ii) **પસંદગીમાન રેખક (વરણ ચિહ્ન-Selectable marker)** : સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ (ori)ની સાથે વાહકને પસંદગીમાન રેખકની પણ આવશ્યકતા હોય છે, કે જે અપરિવર્તનીય (non-transformants)ની ઓળખ તથા તેને દૂર કરવામાં મદદરૂપ હોય તથા પરિવર્તનીય (transformants)ની વૃદ્ધિ માટે પસંદગીમાન અનુમતી આપતું હોય. **રૂપાંતરણ (transformation)** એક એવી કાર્યપદ્ધતિ છે જેની મદદથી DNAના એક ખંડને યજમાન બેક્ટેરિયામાં પ્રવેશ કરાવાય છે (તમે આગળના વિભાગમાં આ પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ કરશો). સામાન્ય રીતે એમ્પિસિલિન, ક્લોરામ્ફેનિકોલ, ટેટ્રાસાયક્લિન તથા કેનામાયસિન જેવા પ્રતિજૈવિક (antibiotics) દ્રવ્યો પ્રત્યે અવરોધન સાંકેતન કરવાવાળા જનીનો ઈ. કોલાઈ માટે ઉપયોગી પસંદગીમાન રેખકો છે. સામાન્ય ઈ. કોલાઈ કોષો આમાંથી કોઈ પણ પ્રતિ જૈવિક દ્રવ્યોનું અવરોધન કરતા નથી.

(iii) **ક્લોનિંગ જગ્યાઓ (Cloning Sites)** : વિદેશી DNAને જોડવા માટે સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાઈ રહેલા રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો માટે વાહકમાં ખૂબ જ ઓછી કે મોટે ભાગે એક જ ઓળખ જગ્યા હોવી જોઈએ. વાહકની અંદર એકથી વધારે ઓળખ જગ્યા હોવાથી તેના ઘણાબધા ટુકડા થઈ જશે જે જનીન ક્લોનિંગને જટિલ બનાવી દે છે (આકૃતિ 9.4). વિદેશી DNAનું જોડાણ (ligation) એ બંને પ્રતિજૈવિક પ્રતિરોધક (antibiotic resistance) જનીનો પૈકી એકમાં આવેલ રિસ્ટ્રિક્શન સ્થાન પર કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, તમે વિદેશી DNAને વાહક



આકૃતિ 9.4 : *E. coli* ક્લોનિંગ વાહક pBR322માં રિસ્ટ્રિક્શન સ્થાનો (*Hind* III, *Eco* R I, *Bam* H I, *Sal* I, *Pvu* II, *Pst* I, *Cla* I), *ori* તેમજ પ્રતિજૈવિક પ્રતિરોધક જનીનો (*amp*^R અને *tet*^R) *rop* પ્લાસ્મિડના સ્વયંજનનમાં ભાગ લેતા પ્રોટીનનું સંકેતન કરે છે.

pBR322માં સ્થિત ટેટ્રાસાયક્લિન પ્રતિરોધી જનીનના *Bam* H I સ્થાને જોડી શકો છો. પુનઃસંયોજિત પ્લાસ્મિડ પરજાત DNA દાખલ થવાથી ટેટ્રાસાયક્લિન જનીન પ્રતિરોધન ગુમાવે છે, પરંતુ પુનઃસંયોજન પામતાં ઘટકોને એમ્પિસિલિન સમાવિષ્ટ માધ્યમ પર રહેલા પરિવર્તનીય ઘટકોના લેપન (plating) દ્વારા પુનઃસંયોજિત ન પામતાં ઘટકોથી અલગ પસંદગી કરી શકાય છે. એમ્પિસિલિનયુક્ત માધ્યમ પર વૃદ્ધિ કરવાવાળાં રૂપાંતરણો(પરિવર્તનીય ઘટકો)ને હવે ટેટ્રાસાયક્લિનયુક્ત માધ્યમ પર સ્થળાંતરિત કરવામાં આવે છે. પુનઃસંયોજિત ઘટકો એમ્પિસિલિન માધ્યમ પર વૃદ્ધિ પામશે પરંતુ ટેટ્રાસાયક્લિનયુક્ત માધ્યમ પર વૃદ્ધિ પામશે નહિ. પણ પુનઃસંયોજન ન પામતા ઘટકો (બિન પુનઃ સંયોજિત) બંને પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો ધરાવતા માધ્યમમાં વૃદ્ધિ પામશે. આ કિસ્સામાં, અહીં એક એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધક જનીન પરિવર્તનશીલ ઘટકોની પસંદગીમાં મદદ કરે છે, જ્યારે બીજું એન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધક જનીન વિદેશી DNAના પ્રવેશથી નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે અને પુનઃસંયોજિત ઘટકોની પસંદગીમાં મદદ કરે છે.



એન્ટિબાયોટિક્સના નિષ્ક્રિય થવાના કારણે પુનઃસંયોજિતની પસંદગી એક જટિલ ક્રિયા છે કેમકે તેમાં જુદાં-જુદાં એન્ટિબાયોટિક્સ ધરાવતી બંને પ્લેટમાં વિદ્યુતલેપન એકસાથે જરૂરી છે તેથી વૈકલ્પિક પસંદગીમાન રેખકને વિકસાવવામાં આવ્યું કે જે રંગસર્જક પદાર્થની હાજરીમાં પુનઃસંયોજિત અને બિનપુનઃસંયોજિતને તેમની રંગ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતાના આધારે અલગ પાડે છે. જેમાં, *r*-DNAને β ગેલેક્ટોસાઈડેઝ ઉત્સેચકની સાંકેતિક શૃંખલામાં પ્રવેશ કરાવતા β ગેલેક્ટોસાઈડેઝ ઉત્પન્ન કરતું જનીન નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે. જેને **નિવેશી નિષ્ક્રિયતા (insertional inactivation)** કહે છે. જો બેક્ટેરિયાના પ્લાસ્મિડમાં નિવેશ (insert) ન હોય તો રંગ સર્જક પદાર્થની હાજરીમાં ભૂરા રંગની વસાહતોનું નિર્માણ થાય છે. નિવેશની હાજરી β ગેલેક્ટોસાઈડેઝ જનીનની નિવેશી નિષ્ક્રિયતામાં પરિણમે છે તેથી વસાહતો કોઈ રંગ ઉત્પન્ન કરતી નથી જેને પુનઃસંયોજિત વસાહતો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

- (iv) **વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓમાં જનીનોના ક્લોનિંગ માટેના વાહકો (Vectors for cloning genes in plants and animals) :** તમને એ જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે, જનીનોને વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓમાં સ્થળાંતરિત કરવાનું આપણે બેક્ટેરિયા અને વાઈરસમાંથી શીખ્યાં, જેને આ વાતની લાંબા સમયથી ખબર હતી તેઓ જાણતા હતા કે સુકોષકેન્દ્રી કોષોને રૂપાંતરિત કરવા માટે જનીનોને કેવી રીતે સ્થળાંતરિત કરવા કે જે બેક્ટેરિયા તથા વાઈરસ જે ઈચ્છે છે તે કરવા માટે પ્રેરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, એગ્રોબેક્ટેરિયમ ટ્યુમિફેસિયન્સ (*Agrobacterium tumefaciens*) કેટલીય દ્વિદળી વનસ્પતિઓ માટે રોગકારક છે, તે DNAનો એક ખંડ જેને T-DNA કહે છે જે સામાન્ય વનસ્પતિ કોષોને રૂપાંતરિત કરી **ગાંઠ (tumor)**માં ફેરવે છે અને આ ટ્યુમર કોષો રોગકારક માટે જરૂરી રસાયણોનું ઉત્પાદન કરે છે. તેવી જ રીતે પ્રાણીઓમાં રિટ્રોવાઈરસ સામાન્ય કોષોને **કેન્સરગ્રસ્ત કોષો**માં પરિવર્તિત કરે છે. રોગકારક દ્વારા સુકોષકેન્દ્રી યજમાનમાં જનીન સ્થળાંતરણની પદ્ધતિને આપણે સારી રીતે સમજી રોગકારકની આ પદ્ધતિ દ્વારા ઉપયોગી વાહકનો ઉપયોગ કરી માનવ માટે લાભદાયક જનીનનું સ્થાનાંતરણ કરી શકીએ છીએ. એગ્રોબેક્ટેરિયમ ટ્યુમિફેસિયન્સનું ટ્યુમર ઈન્ડ્યુસિંગ (Ti) પ્લાસ્મિડ ક્લોનિંગ વાહકના રૂપમાં રૂપાંતરિત કરી દેવામાં આવ્યું છે જે વનસ્પતિ માટે હવે રોગજન્ય રહ્યું નથી. પરંતુ તેનો ઉપયોગ પોતાની અભિરુચિના જનીનને અનેક વનસ્પતિઓમાં સ્થાનાંતરિત કરવા માટે કરાય છે. આ રીતે જ્યારે એક જનીન અથવા DNAના ખંડને યોગ્ય વાહક સાથે જોડી દેવામાં આવે છે ત્યારે તેને બેક્ટેરિયા, વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણી યજમાનમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે (જ્યાં તે ગુણન પામી શકે).

9.2.3 સક્ષમ યજમાન (Competent Host) (પુનઃસંયોજિત DNA સાથેના રૂપાંતરણ માટે)

DNA જલનુરાગી (hydrophilic) અણુ છે, એટલા માટે તે કોષરસપટલમાંથી પસાર થઈ શકતો નથી. કેમ ? બેક્ટેરિયાને પ્લાસ્મિડ સ્વીકારવા માટે ગ્રાહી કરતાં પહેલાં તે આવશ્યક છે કે બેક્ટેરિયલ કોષને DNAના સ્વીકાર હેતુ સક્ષમ બનાવવામાં આવે. એવું કરવા માટે પહેલા તેને નિશ્ચિત સાંદ્રતા ધરાવતા દ્વિસંયોજિત (divalent) ધન આયન (cation) જેમકે કેલ્શિયમની સારવાર આપવામાં આવે છે. તેનાથી DNAને બેક્ટેરિયાની કોષદીવાલમાં આવેલાં છિદ્રો દ્વારા પ્રવેશ પામવાની ક્ષમતામાં વધારો થાય. પુનઃસંયોજિત DNA (*r*-DNA)ને કોષમાં દાખલ કરાવવા માટે પ્રથમ તેમને બરફ પર રાખવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ 42 °C તાપમાને મૂકવામાં આવે છે અને અંતે પુનઃ બરફ પર મૂકવામાં આવે છે. આમ કરવાથી બેક્ટેરિયા *r*-DNA નો સ્વીકાર કરવા માટે સક્ષમ બની જાય છે.



યજમાન કોષોમાં વિદેશી DNAને પ્રવેશ કરાવવાની માત્ર આ જ એક રીત નથી. સૂક્ષ્મ અંતઃક્ષેપણ (micro-injection) વિધિમાં પુનઃસંયોજિત DNAને પ્રાણીકોષના કોષકેન્દ્રમાં સીધું જ અંતઃક્ષેપણ કરાવવામાં આવે છે. અન્ય પદ્ધતિ કે જે વનસ્પતિઓ માટે અનુકૂળ છે જેમાં ટેંગસ્ટન કે સોના (gold)ના લઘુ તીવ્ર વેગીય કણો દ્વારા આવરિત DNAનો કોષો પર મારો (bombarding) કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિને જૈવ પ્રાક્ષેપિકી (biolistics) અથવા જનીન સ્ફોટક (gene gun) તરીકે ઓળખાય છે અને અંતિમ પદ્ધતિ જેમાં બિનહાનિકારક રોગકારક વાહકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ વાહકોથી જ્યારે કોષો સંક્રમિત થાય છે ત્યારે તે પુનઃસંયોજિત DNAને યજમાનમાં સ્થાનાંતરિત કરી દે છે.

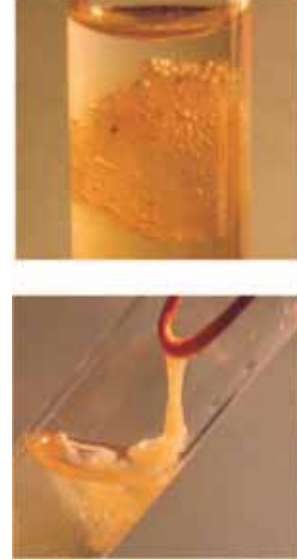
તમે પુનઃસંયોજિત DNAના નિર્માણ માટેનાં ઉપકરણો વિશે અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો. ચાલો હવે, એ પદ્ધતિનું વર્ણન કરીશું જે પુનઃસંયોજિત ટેકનોલોજીને સરળ બનાવે છે.

9.3 પુનઃસંયોજિત DNA ટેકનોલોજીની ક્રિયાવિધિ (Processes of Recombinant DNA Technology)

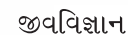
પુનઃસંયોજિત DNA ટેકનોલોજીમાં કેટલાંક ચોક્કસ ક્રમના સોપાનોનો સમાવેશ થાય છે, જેમકે DNAનું અલગીકરણ, રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝની મદદથી DNAનું અવખંડન, ઇચ્છિત DNA ખંડનું અલગીકરણ, વાહકમાં DNA ખંડોનું જોડાણ, યજમાનમાં પુનઃસંયોજિત DNAનો પ્રવેશ, યજમાન કોષોનું માધ્યમમાં વ્યાપક સ્તરે સંવર્ધન અને ઇચ્છિત નીપજોનું નિષ્કર્ષણ. ચાલો, હવે આ બધાં ચરણોનો વિસ્તૃત સ્વરૂપે અભ્યાસ કરીએ.

9.3.1 જનીન દ્રવ્ય (DNA)નું અલગીકરણ [Isolation of the Genetic Material (DNA)]

યાદ રાખો કે કોઈ પણ અપવાદ વગર બધા જ સજીવોમાં આનુવંશિક દ્રવ્ય ન્યુક્લિઈક એસિડ છે. મોટા ભાગના સજીવોમાં તે ડિઓક્સિરિબોન્યુક્લિઈક એસિડ અથવા DNA છે. DNAને રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકોની મદદથી કાપવા માટે તે આવશ્યક છે કે તે શુદ્ધ સ્વરૂપે, બીજા મહાઅણુઓથી મુક્ત હોવો જોઈએ. DNA પટલો વડે ઘેરાયેલું હોય છે, એટલા માટે આપણે કોષોને તોડીને ખોલતા, બીજા બૃહદ્ અણુઓ જેમકે RNA, પ્રોટીન, પોલિસેકેરાઈડ્સ અને લિપિડની સાથે DNA મુક્ત થાય છે. જ્યારે બેક્ટેરિયલ કોષો / વનસ્પતિ અથવા પ્રાણીપેશીને; લાઈસોઝાઈમ (બેક્ટેરિયા), સેલ્યુલેઝ (વનસ્પતિકોષો), કાઈટિનેઝ (ફૂગ) જેવા ઉત્સેચકોની સારવાર દ્વારા જ તે મેળવી શકાય છે. તમે જાણો છો કે, હિસ્ટોન જેવા પ્રોટીન સાથે ગૂંથાયેલા DNAના લાંબા અણુઓ પર જનીનો સ્થાન પામેલ હોય છે. RNAને રિબોન્યુક્લિએઝની સારવારથી દૂર કરી શકાય છે, જ્યારે પ્રોટીનને પ્રોટીએઝની સારવારથી દૂર કરાય છે. બીજા અણુઓને યોગ્ય સારવાર દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે અને અંતે ઠંડો ઇથેનોલ ઉમેરીને શુદ્ધ સ્વરૂપે DNAનું અવલંબિત (suspension) માધ્યમમાં પાતળાં તાતણાંઓના સમૂહ સ્વરૂપે જોઈ શકાય છે (આકૃતિ 9.5).



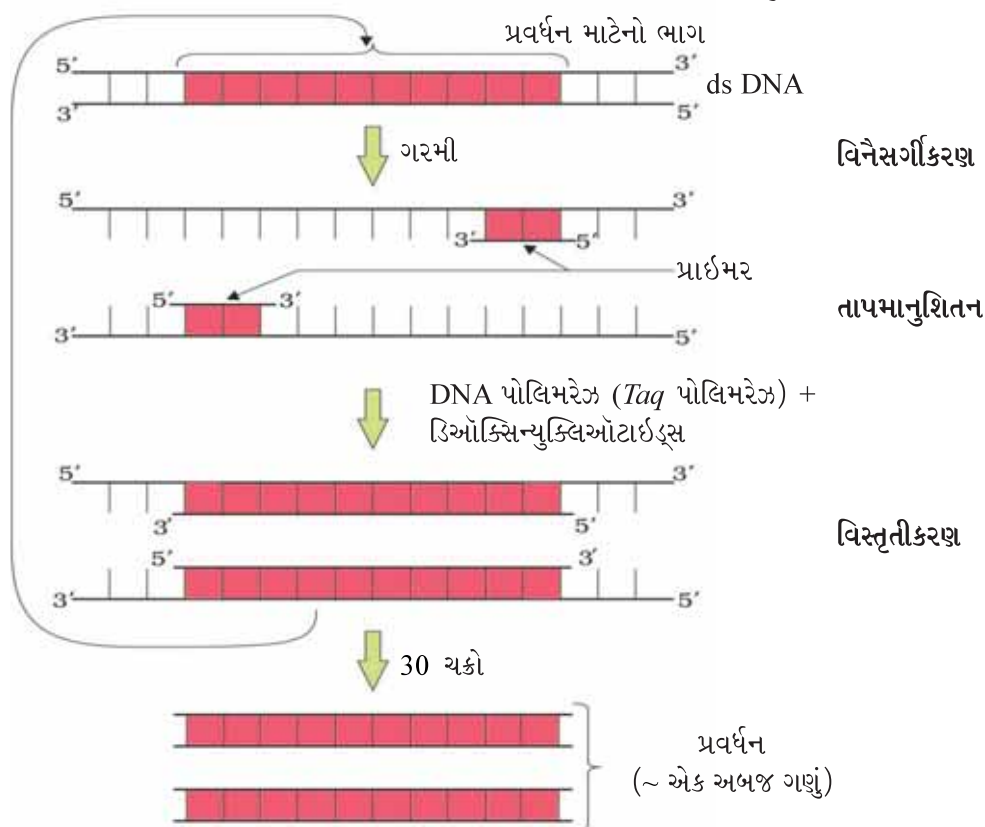
આકૃતિ 9.5: અલગ કરાયેલ DNAને સ્પૂલિંગ (spooling) દ્વારા દૂર કરવો



શુદ્ધ DNA અણુને રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકની સાથે આ નિશ્ચિત ઉત્સેચક માટેની ઇષ્ટતમ પરિસ્થિતિમાં રાખવાથી રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા પાચન સંપન્ન થાય છે. રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા થતા પાચનની પ્રગતિ જાણવા માટે એગેરોઝ જેલ ઇલેક્ટ્રોફોરેસિસનો ઉપયોગ થાય છે. DNA એ ઋણ વીજભારિત અણુ છે, તેના કારણે તે ધન વિદ્યુતપ્રુવ (anode)ની તરફ ગતિ કરે છે (આકૃતિ 9.3). આ પ્રક્રિયા વાહક DNA દ્વારા પણ પુનરાવર્તિત કરી શકાય છે.

DNAના જોડાણ માટે ઘણીબધી પ્રક્રિયાઓ સામેલ છે. સ્રોત (source) DNA તથા વાહક DNAને ચોક્કસ રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા કાપ્યા પછી સ્રોત DNAમાંથી કાપેલ રુચિ પ્રમાણેના ઉપયોગી જનીનને વાહકની કપાયેલી જગ્યામાં મૂકી લાયગેઝ દ્વારા જોડવામાં આવે છે. પરિણામ સ્વરૂપે એક પુનઃસંયોજિત DNAનું નિર્માણ થાય છે.

PCRનો અર્થ પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (Polymerase Chain Reaction) છે. આ પ્રક્રિયામાં પ્રાઇમરના બે સેટ (નાનાં રાસાયણિક સંશ્લેષિત ઓલિગો ન્યુક્લિઓટાઇડ જે DNA વિસ્તારના પૂરક હોય) અને DNA પોલિમરેઝ ઉત્સેચકનો ઉપયોગ કરીને ઈન વિટ્રો (*In vitro*) ક્રિયાવિધિ દ્વારા રુચિ પ્રમાણેના ઉપયોગી જનીન (કે DNA)ની ઘણીબધી બહુગુણિત નકલો (multiple copies)નું સંશ્લેષણ કરાય છે. આ DNA પોલિમરેઝ ઉત્સેચક એ જનીન સંકુલ ધરાવતા DNA (genomic



આકૃતિ 9.6 : પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR) : પ્રત્યેક ચક્રમાં ત્રણ ચરણો છે :
(i) વિનૈસર્ગીકરણ (ii) પ્રાઇમર તાપમાન શિતન અને (iii) પ્રાઇમરનું વિસ્તૃતીકરણ



DNA)ને ટેમ્પલેટ (બીબા કે ફરમા) સ્વરૂપે કામમાં લઈને તથા પ્રક્રિયામાં રહેલા ન્યુક્લિઓટાઇડ્સનો ઉપયોગ કરીને પ્રાઈમરને વિસ્તૃત કરી દે છે. જો DNAની સ્વયંજનનની પ્રક્રિયા ઘણી વખત પુનરાવર્તિત થાય તો DNAના ખંડો આશરે અબજો વખત પ્રવર્ધિત થઈ શકે છે, એટલે કે 1 બિલિયન નકલો બને છે. થર્મોસ્ટેબલ DNA પોલિમરેઝ (થર્મસ એક્વેટિકસ- *Thermus aquaticus* બેક્ટેરિયામાંથી અલગ કરવામાં આવેલ) ઉત્સેચકના ઉપયોગ દ્વારા આ રીતે પુનરાવર્તિત પ્રવર્ધન મેળવવામાં આવે છે, જે ઊંચા તાપમાન દરમિયાન પણ સક્રિય રહી દ્વિશૃંખલીય DNAના વિનૈસર્ગીકરણને પ્રેરે છે. જો જરૂરિયાત હોય તો આ પ્રવર્ધિત ખંડોને વાહક સાથે જોડીને ક્લોનિંગ માટે ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ (આકૃતિ 9.6).

9.3.4 યજમાન કોષ કે સજીવમાં પુનઃસંયોજિત DNAનો પ્રવેશ (Insertion of Recombinant DNA into the Host Cell/Organism)

જોડાયેલ DNA (ligated DNA)ને ગ્રાહીકોષોમાં પ્રવેશ કરાવવાની અનેક ક્રિયાવિધિઓ છે. આ કાર્ય જ્યારે ગ્રાહીકોષો પોતાની ફરતે આવેલ DNAને ધારણ કરવા સક્ષમ થઈ જાય ત્યારે તે તેને ગ્રહણ કરે છે. જો પુનઃસંયોજિત DNA પ્રતિજૈવિક અવરોધક જનીન (દા.ત., એમ્પિસિલિન) ધરાવતો હોય તેને *E. coli* કોષોમાં સ્થાનાંતરિત કરતાં યજમાન કોષો એ એમ્પિસિલિન અવરોધક કોષોમાં રૂપાંતરિત થાય છે. જો આપણે આવા રૂપાંતરિત થયેલા કોષોને એમ્પિસિલિન ધરાવતી અગર (agar) પ્લેટ્સ પર મૂકીએ તો ફક્ત રૂપાંતરિત કોષો જ વૃદ્ધિ પામે છે અને રૂપાંતરિત ન થયેલા ગ્રાહીકોષો મૃત્યુ પામે છે. કારણ કે એમ્પિસિલિનની હાજરીમાં રૂપાંતરિત કોષોની પસંદગીમાં સક્ષમ એવો એમ્પિસિલિન પ્રતિરોધક જનીન હોય છે. આવા કિસ્સામાં એમ્પિસિલિન પ્રતિજૈવિક અવરોધક જનીનને **પસંદગીમાન રેખક (selectable marker)** કહે છે.

9.3.5 વિદેશી (પરજાત) જનીન નીપજ મેળવવી (Obtaining the Foreign Gene Product)

જ્યારે તમે વિદેશી DNA ખંડને ક્લોનિંગ વાહકમાં પ્રવેશ કરાવીને કોઈ પણ બેક્ટેરિયા, વનસ્પતિ અથવા પ્રાણીકોષમાં સ્થાનાંતરિત કરો છો ત્યારે વિદેશી DNA તેમાં બહુગુણિત થવા લાગે છે. લગભગ બધી જ પુનઃસંયોજિત ટેકનોલોજીનો અંતિમ ઉદ્દેશ ઇચ્છિત પ્રોટીનનું ઉત્પાદન કરવાનો હોય છે. એટલા માટે પુનઃસંયોજિત DNAનું અભિવ્યક્ત થવું જરૂરી હોય છે. વિદેશી જનીન ઇષ્ટતમ પરિસ્થિતિઓમાં જ અભિવ્યક્ત થાય છે. યજમાન કોષોમાં વિદેશી જનીનોની અભિવ્યક્તિને સમજવા માટે ઘણીબધી તકનીકી બાબતોને ઊંડાણપૂર્વક જાણવી જરૂરી છે.

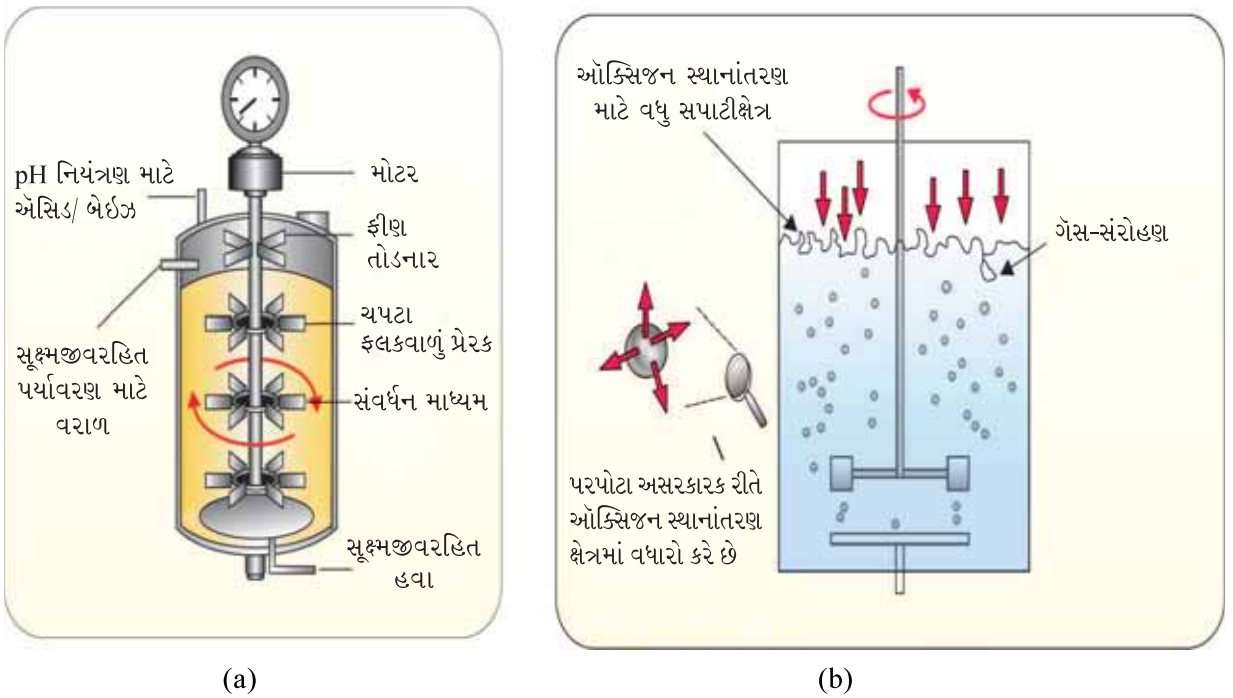
ઇચ્છિત જનીનને ક્લોન કરીને લક્ષ્ય પ્રોટીનની અભિવ્યક્તિને પ્રેરિત કરતી પરિસ્થિતિઓને અનુકૂળત્તમ બનાવ્યા પછી કોઈ પણ તેનો વ્યાપક સ્તરે ઉત્પાદન કરવા વિશે વિચારી શકે છે. *શું તમે કોઈ કારણ વિચારી શકો છો કે, મોટા પાયે (large scale) ઉત્પાદનની શું આવશ્યકતા છે ?* જો કોઈ પ્રોટીન સંકેતન જનીન કોઈક વિષમજાત યજમાનમાં અભિવ્યક્ત થાય છે તો તેને **પુનઃસંયોજિત પ્રોટીન** કહેવાય છે. લાભદાયી ક્લોનિંગ જનીનોને આશ્રય આપતા કોષોને નાના પાયે પ્રયોગશાળામાં ઉછેરવામાં આવે છે. ઇચ્છિત પ્રોટીનના નિષ્કર્ષણ (extraction) માટે સંવર્ધન માધ્યમનો ઉપયોગ કરી શકાય છે અને પછી જુદી-જુદી અલગીકરણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરી તેનું શુદ્ધીકરણ કરવામાં આવે છે.

કોષોને સતત સંવર્ધનતંત્રમાં ગુણિત કરી શકાય છે કે, જેમાં વપરાયેલ માધ્યમને એક બાજુએથી બહાર કાઢવામાં આવે છે અને બીજી બાજુએથી તાજું માધ્યમ ભરવામાં આવે છે, જેથી કોષો પોતાની દેહધાર્મિક રીતે સક્રિય સ્વરૂપે ઝડપી / વિસ્તારિત પ્રાવસ્થા (log/exponential phase)માં જળવાઈ રહે. આ સંવર્ધન પદ્ધતિ મોટા પાયે જૈવભારના ઉત્પાદન તથા ઇચ્છિત પ્રોટીનના વધુ ઉત્પાદન માટે ઉપયોગી છે.



ઓછી માત્રા ધરાવતા સંવર્ધનથી નીપજોનું પર્યાપ્ત માત્રાનું ઉત્પાદન થઈ શકતું નથી. તેના વ્યાપક સ્તરે ઉત્પાદન માટે જૈવભટ્ટી (bioreactor)ના વિકાસની આવશ્યકતા હોય છે કે જેમાં સંવર્ધનનો મોટી માત્રામાં (100-1000 લિટર) ઉપયોગ કરી શકાય. આ રીતે જૈવભટ્ટી એક વાસણ (vessels) સમાન છે જેમાં સૂક્ષ્મ વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ તેમજ માનવકોષોનો ઉપયોગ કરીને કાચા સામાન (raw material)ને જૈવસ્વરૂપે વિશિષ્ટ નીપજો, વ્યક્તિગત ઉત્સેચકો વગેરેમાં પરિવર્તિત કરવામાં આવે છે. ઇચ્છિત નીપજ મેળવવા માટે જૈવભટ્ટીમાં ઇષ્ટમ પરિસ્થિતિ પૂરી પાડવામાં આવે છે. જે માટે (તાપમાન, pH, પ્રક્રિયાર્થી, ક્ષાર, વિટામિન કે ઓક્સિજન) ઇષ્ટમ વૃદ્ધિ માટેની પરિસ્થિતિ પૂરી પડાય છે.

સર્વાધિક ઉપયોગમાં લેવામાં આવતું બાયોરિએક્ટર સ્ટિરિંગ પ્રકારનું છે જેને આકૃતિ 9.7માં દર્શાવવામાં આવેલ છે.



આકૃતિ 9.7: (a) સરળ સ્ટીરેડ-ટેન્ક બાયોરિએક્ટર (b) સ્પર્જડ સ્ટીરેડ ટેન્ક બાયોરિએક્ટર જેના દ્વારા સૂક્ષ્મજીવરહિત હવાના પરપોટાઓનો પ્રવેશ કરાવાય છે

મિશ્રક (stirred) ટેન્ક રિએક્ટર સામાન્ય રીતે નળાકાર હોય છે અથવા જેનું તળિયું વળેલું હોય છે જેથી રિએક્ટરની અંદર દ્રવ્યોના મિશ્રણમાં સહાયતા પ્રાપ્ત થાય છે. બાયોરિએક્ટરમાં મિશ્રક એ ઓક્સિજનની ઉપલબ્ધતા તથા તેના મિશ્રણનું પણ કામ કરે છે. સમયાંતરે હવા પરપોટા સ્વરૂપે બાયોરિએક્ટરમાં મોકલવામાં આવે છે. જો તમે આકૃતિને ધ્યાનથી જોશો તો જણાશે કે, રિએક્ટરમાં એક આંદોલક (agitator) તંત્ર, ઓક્સિજન વિતરણ તંત્ર, ફીણ-નિયંત્રણ તંત્ર, તાપમાન-નિયંત્રણ તંત્ર, pH નિયંત્રણ તંત્ર અને પ્રતિચયન પ્રધાર (sampling ports) આવેલા છે, જેનાથી સમયાંતરે સંવર્ધનની થોડી માત્રા બહાર કાઢી શકાય છે.

9.3.6 અનુપ્રવાહિત પ્રક્રિયા (Downstream Processing)

જૈવ સંશ્લેષિત તબક્કો પૂર્ણ થયા બાદ નીપજોને બજારમાં માર્કેટિંગ માટે મોકલતા પહેલાં શ્રેણીબદ્ધ



પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. નીપજોની અલગીકરણ અને શુદ્ધીકરણ જેવી પ્રક્રિયાઓને સામૂહિક રીતે અનુપ્રવાહિત પ્રક્રિયા તરીકે ઉલ્લેખવામાં આવે છે. નીપજોને યોગ્ય પરિરક્ષકોથી પરિરક્ષિત બનાવાય છે. ઔષધોની બાબતમાં આવી બનાવટોને ચીવટપૂર્વકના ચિકિત્સકીય પરીક્ષણમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. પ્રત્યેક નીપજોની ચુસ્તપણે ગુણવત્તા નિયંત્રણ ચકાસણી થાય તે પણ આવશ્યક હોય છે. અનુપ્રવાહિત પ્રક્રિયા અને ગુણવત્તા નિયંત્રણ ચકાસણી (પરીક્ષણ) પ્રત્યેક નીપજો માટે અલગ-અલગ હોય છે.

સારાંશ

બાયોટેકનોલોજી સજીવો, કોષો અથવા ઉત્સેચકોનો ઉપયોગ કરીને નીપજો તથા પ્રક્રિયાઓના વ્યાપક સ્તરે ઉત્પાદન અને માર્કેટિંગ કરવા સાથે સંકળાયેલ છે. આધુનિક બાયોટેકનોલોજીમાં જનીનિક રૂપાંતરિત સજીવોનો ઉપયોગ ત્યારે સંભવ થઈ શક્યો જ્યારે માનવે DNAના રસાયણને પરિવર્તિત કરવાનું અને પુનઃસંયોજિત DNAનું નિર્માણ કરવાનું શીખી લીધું. આ ચાવીરૂપ પ્રક્રિયાને રિકોમ્બિનન્ટ DNA ટેકનોલોજી અથવા જિનેટિક એન્જિનિયરિંગ કહે છે. આ પ્રક્રિયામાં રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ, DNA લાયગેઝ, યોગ્ય પ્લાસ્મિડ અથવા વાઈરસ વાહકોનો ઉપયોગ કરી વિજાતીય DNAને અલગ કરવું તથા યજમાન સજીવોમાં વિજાતીય DNAને સ્થળાંતરિત કરવું, વિજાતીય કે વિદેશી જનીનની અભિવ્યક્તિ, જનીન-ઉત્પાદનનું શુદ્ધીકરણ જેવા કે ક્રિયાત્મક પ્રોટીન અને તે રીતે માર્કેટિંગ માટે યોગ્ય સ્વરૂપમાં ફેરવવું વગેરે સામેલ છે. વ્યાપક સ્તરે થતા ઉત્પાદનમાં બાયોરિએક્ટરનો ઉપયોગ થાય છે.



સ્વાધ્યાય

1. શું તમે 10 પુનઃસંયોજિત (રિકોમ્બિનન્ટ) પ્રોટીનની યાદી બનાવી શકો છો કે જેનો ચિકિત્સકીય પ્રણાલીમાં ઉપયોગ થતો હોય ? તપાસ કરો કે તે ચિકિત્સકીય રીતે ક્યાં ઉપયોગમાં લેવાય છે (ઇન્ટરનેટનો ઉપયોગ કરો).
2. રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો કે જેઓ પ્રક્રિયક DNA પર કાર્ય કરતા હોય, જ્યાંથી તે DNA પર કાપ મૂકતા હોય તે સ્થાન અને તેનાથી ઉત્પાદિત નીપજોને દર્શાવતો હોય તેવો એક રેખાકૃતિવાળો ચાર્ટ બનાવો.
3. તમે કરેલા અભ્યાસના આધારે શું તમે કહી શકો છો કે, આણ્વિક કદના આધારે ઉત્સેચકો મોટા છે કે DNA મોટો છે ? તમે કેવી રીતે જાણકારી મેળવશો ?
4. મનુષ્યના એક કોષમાં તેના DNAની મોલર સાંદ્રતા શું હશે ? તમારા શિક્ષક સાથે પરામર્શ કરો.
5. સુકોષકેન્દ્રી સજીવો રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝીસ ધરાવે છે ? તમારા જવાબને ન્યાયોચિત કરો.
6. સુયોગ્ય વાતાવિસરણ તથા મિશ્રણ વિશેષતા સિવાય સ્ટેરિંગ ટેન્ક બાયોરિએક્ટરના કંપન ફ્લાસ્કની સરખામણીએ અન્ય કયા ફાયદાઓ હોય છે ?
7. શિક્ષક સાથે પરામર્શન કરીને પેલિન્ડ્રોમિક DNA શૃંખલાઓનાં 5 ઉદાહરણ એકત્રિત કરો. બેઝ-જોડના નિયમોનું પાલન કરીને પેલિન્ડ્રોમિક શૃંખલા બનાવવા ખૂબ જ સારો પ્રયાસ કરો.
8. અર્ધિકરણને ધ્યાનમાં રાખીને જણાવી શકો છો કે, પુનઃસંયોજિત DNA કઈ અવસ્થામાં બને છે ?
9. શું તમે વિચારીને જવાબ આપી શકો છો કે, રિપોર્ટર ઉત્સેચકને પસંદગીમાન રેખક ઉપરાંત વિદેશી DNA દ્વારા યજમાન કોષોના રૂપાંતરણના નિયમન માટે કેવી રીતે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે ?



10. નીચે આપેલનું સંક્ષિપ્તમાં વર્ણન કરો :
 - (a) સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ
 - (b) બાયોરિએક્ટર
 - (c) અનુપ્રવાહિત-પ્રક્રિયા
 11. સંક્ષિપ્તમાં સમજાવો :
 - (a) PCR
 - (b) રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો અને DNA
 - (c) કાર્બોટેનેઝ
 12. તમારા શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરીને શોધી કાઢો કે, નીચેના વચ્ચેનો ભેદ કેવી રીતે કરાય :
 - (a) પ્લાસ્મિડ DNA અને રંગસૂત્રીય DNA
 - (b) RNA અને DNA
 - (c) એક્સોન્યુક્લિએઝ અને એન્ડોન્યુક્લિએઝ
-



પ્રકરણ 10

બાયોટેકનોલોજી અને તેના પ્રયોજનો (Biotechnology and its Applications)

10.1 ખેતીવાડીમાં

બાયોટેકનોલોજીનાં
પ્રયોજનો

10.2 ઔષધમાં જૈવતકનિકીનું પ્રયોજન

10.3 પારજનીનિક પ્રાણીઓ

10.4 નૈતિક પ્રશ્નો

તમે અગાઉના પ્રકરણમાં બાયોટેકનોલોજી વિશે અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છે. જેમાં મુખ્યત્વે જનીનિક રૂપાંતરિત સૂક્ષ્મ જીવો, ફૂગ, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓનો ઉપયોગ કરીને બાયોફાર્માસ્યુટિકલ અને જૈવિક પદાર્થોનું ઔદ્યોગિક સ્તરે ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. બાયોટેકનોલોજીનો ઉપયોગ ચિકિત્સાશાસ્ત્ર, નિદાન, ખેતીમાં જનીનિક રૂપાંતરિત પાકો, પોષણમૂલ્ય ધરાવતા ખાદ્યો, બાયોરેમિડિએશન, કચરાની સારવાર (waste treatment) તથા ઊર્જા-ઉત્પાદનમાં થઈ રહ્યો છે. બાયોટેકનોલોજીનાં ત્રણ જટિલ સંશોધનક્ષેત્રો નીચે મુજબ છે :

- સુધારેલ સજીવ, સામાન્યતઃ સૂક્ષ્મજીવ અથવા શુદ્ધ ઉત્સેચકના સ્વરૂપમાં શ્રેષ્ઠ ઉત્પ્રેરક પૂરા પાડવા.
- ઉત્પ્રેરકના કાર્ય માટે ઇજનેરીવિદ્યાની મદદથી ઇષ્ટતમ પરિસ્થિતિઓનું નિર્માણ કરવું તથા
- અનુપ્રવાહ સંસાધન ટેકનોલોજી દ્વારા પ્રોટીન/કાર્બનિક સંયોજનનું શુદ્ધીકરણ.

ચાલો હવે, આપણે અભ્યાસ કરીએ કે મનુષ્ય ખાસ કરીને સ્વાસ્થ્ય અને અન્ન-ઉત્પાદનના ક્ષેત્રમાં, પોતાના જીવનસ્તરની સુધારણા માટે કેવી રીતે બાયોટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરે છે.

10.1 ખેતીવાડીમાં બાયોટેકનોલોજીનાં પ્રયોજનો (Biotechnological Application in Agriculture)

ચાલો આપણે, અન્ન-ઉત્પાદનના વધારા માટે વિચારી શકાય તેવા ત્રણ વિકલ્પો જોઈએ :

- એગ્રો કેમિકલ આધારિત ખેતી



(ii) જૈવિક ખેતી અને

(iii) જનીનિક ઇજનેરી પાકો-આધારિત ખેતી

હરિયાણી ક્રાંતિથી ત્રણગણો અન્ન-પુરવઠો પૂરો પાડી શકાયો છે, પરંતુ તે વધતી જતી માનવ-વસ્તી માટે અપૂરતો છે. વધારાનું ઉત્પાદન માત્ર સુધારેલી પાકની જાતિઓના ઉપયોગ વડે જ નહિ પરંતુ કુશળ વ્યવસ્થાપન મહાવરા અને એગ્રો કેમિકલ (ખાતરો અને જંતુનાશકો)ને લીધે છે. આમ છતાં, વિકસતા વિશ્વમાં એગ્રો કેમિકલનો ઉપયોગ ખેડૂતો માટે ખૂબ જ ખર્ચાળ છે. તેમજ પરંપરાગત સંવર્ધનના ઉપયોગ દ્વારા વર્તમાન જાતિઓના પાક-ઉત્પાદનમાં વધારો સંભવ નથી.

પારંપરિક સંવર્ધન પદ્ધતિઓ પર્યાપ્ત, ઝડપી અને અસરકારક રીતે પાકની સુધારણા માટેની માંગને પહોંચી વળવામાં નિષ્ફળ જાય છે ત્યારે, પેશી સંવર્ધન (tissue culture) કહેવાતી અન્ય તકનીક વિકસી છે. પેશી સંવર્ધનનો અર્થ શું થાય ? 1950 દરમિયાન વૈજ્ઞાનિકોને એવું જાણવા મળ્યું કે **નિવેશ્ય (explant)**માંથી સંપૂર્ણ વનસ્પતિનું પુનઃસર્જન કરી શકાય છે. એટલે કે, વનસ્પતિનો કોઈપણ ભાગ લઈ તેને ખાસ પ્રકારના પોષક માધ્યમમાં જંતુ મુક્ત સ્થિતિમાં ટેસ્ટ-ટ્યુબમાં ઉછેરી શકાય છે. કોઈપણ કોષ/નિવેશ્યમાંથી સંપૂર્ણ વનસ્પતિનું સર્જન કરવાની આ ક્ષમતાને **પૂર્ણક્ષમતા (totipotency)** કહે છે. આગળના ધોરણોમાં તમે અભ્યાસ કરશો કે તેને કેવી રીતે શક્ય બનાવી શકાય ? અહીં એ વાત પર ખાસ ભાર મૂકવો જોઈએ કે, પોષક માધ્યમમાં કાર્બન સ્ત્રોત જેવા કે સુક્રોઝ તેમજ અકાર્બનિક ક્ષારો, વિટામિન્સ, એમિનો એસિડ્સ તથા ઓક્સિજન (auxin), સાયટોકાઈનીન (cytokinin) જેવા વૃદ્ધિ નિયામકો પૂરા પડતા હોવા જોઈએ. આ પદ્ધતિઓના પ્રયોજન દ્વારા ખૂબજ ઓછા સમયમાં મોટી સંખ્યામાં વનસ્પતિઓનું પ્રસર્જન મેળવવું શક્ય બને છે. આમ, પેશી સંવર્ધન દ્વારા હજારોની સંખ્યામાં વનસ્પતિઓના સર્જનની આ પદ્ધતિને **સૂક્ષ્મપ્રવર્ધન (micro-propagation)** કહે છે. આ પૈકીની દરેક વનસ્પતિ જનીનિક દ્રષ્ટીએ, તેમની મૂળ વનસ્પતિઓને મળતી આવે છે કે જેમાંથી તેમને વિકસાવી હોય, એટલે કે તેઓ **સોમાક્લોન્સ (somaclones)** છે. આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને મહત્વની ખાદ્ય વનસ્પતિઓ જેવી કે ટામેટા, કેળા, સફરજન વગેરેનું વ્યવસાયિક ધોરણે ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. તમે તમારા શિક્ષક સાથે આવી પેશી સંવર્ધન પ્રયોગશાળાની મુલાકાત લેવાનો પ્રયત્ન કરો જેથી તેને વધુ સારી રીતે સમજી શકો તથા તેને બિરદાવી શકો.

આ પદ્ધતિનો મહત્વનો અન્ય ઉપયોગ એ છે કે, રોગીષ્ટ વનસ્પતિઓમાંથી તંદુરસ્ત વનસ્પતિઓની પુનઃપ્રાપ્તિ થઈ શકે છે. વનસ્પતિ વાઈરસ ગ્રસ્ત હોવા છતાં, તેનો વર્ધનશીલ પ્રદેશ-meristematic region (અગ્રીય-apical અને ક્ષીય-auxillary) વાઈરસથી અપ્રભાવિત હોય છે. આ માટે વર્ધનશીલ પ્રદેશને દૂર કરીને તેને પ્રયોગશાળામાં (in vitro) માં ઉછેરી વાઈરસ મુક્ત વનસ્પતિ મેળવી શકાય છે. વૈજ્ઞાનિકોને કેળા, શેરડી અને બટાટાના વર્ધનશીલ પ્રદેશને સંવર્ધિત કરવામાં સફળતા મળી છે.

વૈજ્ઞાનિકોએ વનસ્પતિમાંથી એકાકી કોષોને અલગ તારવ્યા છે તથા તેમની કોષદિવાલનું પાચન કરાવીને ખુલ્લુ/નગન પ્રોટોપ્લાસ્ટ્સ-protoplasts (કોષરસપટલથી આવરિત) વનસ્પતિઓની બે ભિન્ન જાતિઓમાંથી અલગ કરેલ પ્રોટોપ્લાસ્ટ્સ- કે જે પ્રત્યેક ઈચ્છિત લક્ષણો ધરાવે છે - તેને સંકર જીવરસ (hybrid protoplasts) મેળવવા માટે સંયોજિત કરી શકાય છે, કે જેનો આગળ નવી વનસ્પતિના સર્જન માટે ઉપયોગ કરી શકાય. આવી જાતોને **દૈહિક સંકર (somatic hybrid)**,



જ્યારે તેની પદ્ધતિને **દૈહિક સંકરણ (somatic hybridization)** કહેવામાં આવે છે. એવી કલ્પના કરો કે, ટામેટાના જીવરસનું જોડાણ બટાટાના જીવરસ સાથે કરાવવામાં આવે અને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતી સંકર વનસ્પતિ ટામેટા તથા બટાટા બન્નેનાં લક્ષણો ધરાવે છે જેને પરિણામે ‘પોમેટો’ (pomato)નું નિર્માણ કરી શકાયું છે. પરંતુ, દુર્ભાગ્યવશ આ વનસ્પતિમાં વ્યવસાયિક ઉપયોગ માટે ઈચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય સાધી શકાયો નથી.

શું કોઈ એવો વૈકલ્પિક રસ્તો છે કે જેમાં આનુવંશિક (જનીનિક) માહિતીનો ઉપયોગ કરીને ખેડૂત પોતાનાં ખેતરોમાંથી વધારે ઉત્પાદન પ્રાપ્ત કરી શકે ? શું એવો કોઈ રસ્તો છે જેના દ્વારા ખાતરો તેમજ રસાયણોનો ન્યૂનતમ ઉપયોગ કરીને તેના દ્વારા પર્યાવરણ પર ઊભા થતા હાનિકારક પ્રભાવોને ઘટાડી શકાય ? જનીન પરિવર્તિત પાકોનો ઉપયોગ એક માત્ર શક્ય ઉકેલ છે.

એવી વનસ્પતિઓ, બેક્ટેરિયા, ફૂગ તેમજ પ્રાણીઓ કે જેના જનીન કૃત્રિમ રીતે પરિવર્તિત કરવામાં આવ્યા છે તેને **જનીન પરિવર્તિત સજીવો (Genetically Modified Organisms-GMO)** કહે છે. GM વનસ્પતિઓનો ઉપયોગ ઘણા બધા પ્રકારે લાભદાયી છે. જનીનિક રૂપાંતરણ દ્વારા :

- અજૈવિક તાણ (શીત, અછત, ક્ષાર, ગરમી) સામે પાકોને વધારે સહિષ્ણુ બનાવવા.
- જીવાતનાશક રસાયણો પરની નિર્ભરતા ઘટાડવી (જંતુ પ્રતિરોધક પાકો).
- લણણી પછી થતા નુકસાનને ઘટાડવામાં સહાય કરવી.
- વનસ્પતિઓ દ્વારા ખનીજોના ઉપયોગની કાર્યક્ષમતા વધારવી (તે ઝડપથી નષ્ટ પામતી ભૂમિની ફળદ્રુપતાને અટકાવે છે.).
- ખોરાકનું પોષણકીય મૂલ્ય વધારે છે ઉદાહરણ : વિટામિન Aનું વધુ પ્રમાણ ધરાવતા સોનેરી ચોખા (golden rice).

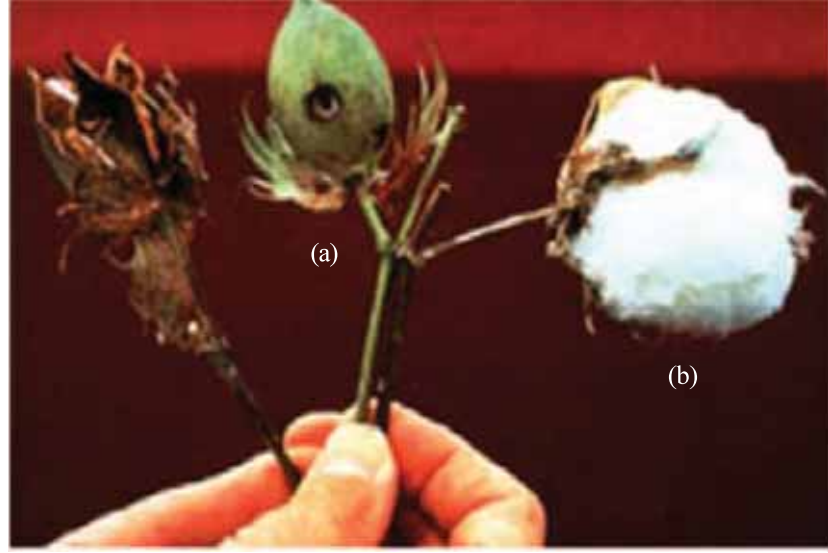
આ ઉપયોગો ઉપરાંત GMનો ઉપયોગ કોઈ વિશિષ્ટ ઉદ્દેશ આધારિત વનસ્પતિઓના નિર્માણમાં પણ થાય છે જેનાથી સ્ટાર્ચ, બળતણ અને ફાર્માસ્યુટિકલ સંયોજનોના સ્વરૂપમાં ઉદ્યોગોને વૈકલ્પિક સ્ત્રોતો (સંસાધનો) પૂરા પાડે છે.

કૃષિમાં બાયોટેકનોલોજીનાં કેટલાંક પ્રયોજનો વિશે તમે વિગતવાર અભ્યાસ કરશો. જેમકે જીવાત પ્રતિકારક વનસ્પતિઓ, જે જંતુનાશકોના ઉપયોગના પ્રમાણને ઘટાડશે. **Bt વિષ બેસિલસ થુરિન્જિએન્સિસ-*Bacillus thuringiensis* (Bt)** બેક્ટેરિયા દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. Bt વિષકારક જનીનની બેક્ટેરિયામાં પ્રતિકૃતિઓ તૈયાર કરીને તેને વનસ્પતિઓમાં પ્રદર્શિત કરવામાં આવે છે જેથી આવી વનસ્પતિઓમાં પ્રતિકાર માટે જંતુનાશકોની જરૂરિયાત રહેતી નથી. આવી રીતે બાયોપેસ્ટિસાઇડ્સનું નિર્માણ થાય છે. દા.ત., Bt-કપાસ, Bt-મકાઈ, ચોખા, ટામેટાં, બટાટા અને સોયાબીન વગેરે.

Bt-કપાસ (Bt-Cotton) : બેસિલસ થુરિન્જિએન્સિસની કેટલીક જાતો એવા પ્રોટીનનું નિર્માણ કરે છે જે ચોક્કસ કીટકો જેવા કે લેપિડોપ્ટેરા (તમાકુની કલિકાકીટકો, સૈનિકકીટકો), કોલિઓપ્ટેરા (ભૂંગ કીટકો) અને ડિપ્ટેરન (માખીઓ, મચ્છર)ને મારી નાંખે છે. બી. થુરિન્જિએન્સિસ પોતાની વૃદ્ધિની એક ચોક્કસ અવસ્થા દરમિયાન કેટલાક પ્રોટીન સ્ફટિકોનું નિર્માણ કરે છે. આ સ્ફટિકોમાં વિષકારી **કીટનાશક પ્રોટીન** (insecticidal protein) હોય છે. આ વિષ બેસિલસને શા માટે મારી નાખતું નથી ? વાસ્તવમાં Bt વિષકારી પ્રોટીન પ્રાકૃતિક રીતે નિષ્ક્રિય પ્રોટોક્સિન (protoxin) સ્વરૂપે હોય છે. જે પણ કીટક આ નિષ્ક્રિય વિષને ખાય છે ત્યારે તેના કિસ્તલ આંતરડામાં આલ્કલાઈન pHના કારણે આ નિષ્ક્રિય સ્ફટિકમય પ્રોટીન દ્રાવ્ય થતાં સક્રિય સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે. આ સક્રિય વિષ મધ્યાંત્રની સપાટી પરના અધિચ્છદીય કોષો સાથે જોડાઈને તેમાં છિદ્રો ઉત્પન્ન કરે છે, જેના કારણે કોષો ફૂલીને ફાટી જાય છે અને આખરે કીટકોનું મૃત્યુ થાય છે.



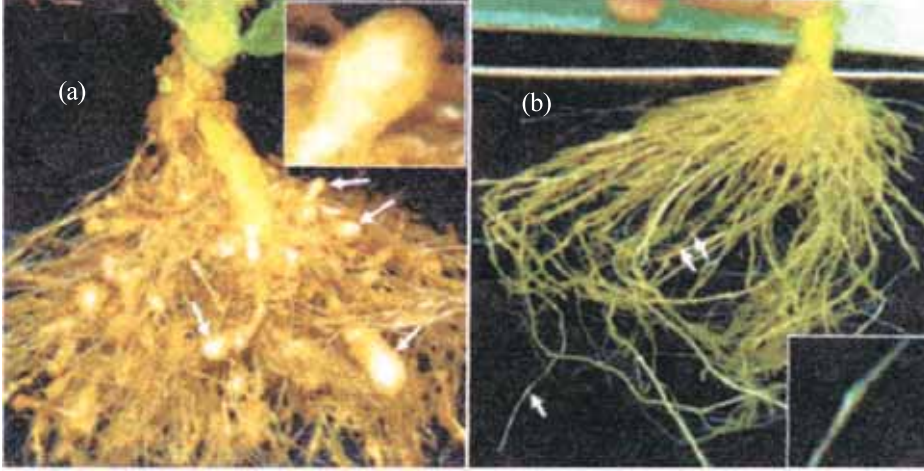
વિશિષ્ટ Bt વિષકારક જનીન જે બેસિલસ થુરિન્જિએન્સિસમાંથી અલગીકૃત કરીને કપાસ જેવી ઘણી પાક-વનસ્પતિઓમાં દાખલ કરાઈ ચૂક્યું છે (આકૃતિ 10.1). જનીનની પસંદગી પાક તથા નિર્ધારિત કીટકો પર આધાર રાખે છે, જ્યારે મોટા ભાગના Bt વિષ ચોક્કસ કીટકજૂથ પર નિર્ભર કરે છે. વિષ જે *CryIac* જનીન દ્વારા સાંકેતન પામે છે તેને કાય (*Cry*) કહે છે, તે ઘણાબધા પ્રકારના હોય છે, ઉદાહરણ તરીકે જે પ્રોટીન એ જનીન *CryIac* અને *CryIIab* દ્વારા સાંકેતન પામેલ હોય છે તે કપાસના બોલવોર્મ્સને નિયંત્રિત કરે છે, જ્યારે *CryIab* કોર્ન બોરર (મકાઈમાં છિદ્રો પાડતી ઉપદ્રવી જીવાત)ને નિયંત્રિત કરે છે.



આકૃતિ 10.1 : કપાસનો દડો : (a) બોલવોર્મ દ્વારા નાશ પામેલ (b) પૂર્ણ પરિપક્વ કપાસનો દડો

પેસ્ટ પ્રતિકારક વનસ્પતિઓ (Pest Resistant Plants) : કેટલાક સૂત્રકૃમિઓ માનવ સહિત ઘણાં પ્રાણીઓ અને કેટલાય પ્રકારની વનસ્પતિઓ પર પરોપજીવી તરીકે હોય છે. સૂત્રકૃમિ મેલોઇડેગ્નાઇન ઈન્કોગ્નીશિયા (*Meloidogyne incognita*) તમાકુના છોડના મૂળ પર ચેપ લગાડીને તેના ઉત્પાદનને ખૂબ જ ઘટાડી દે છે. ઉપર્યુક્ત સંક્રમણને અટકાવવા માટે એક નવીન યોજાનાનો સ્વીકાર કરવામાં આવેલ હતો, જે **RNA અંતઃક્ષેપ [RNA interference (RNAi)]** પ્રક્રિયા પર આધારિત હતી. RNA અંતઃક્ષેપ બધા સુકોષકેન્દ્રી સજીવોની કોષીય સુરક્ષા માટેની એક પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં વિશિષ્ટ mRNA, પૂરક dsRNA સાથે જોડાયા બાદ નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે mRNAના ભાષાંતરણ (translation)ને અટકાવે છે. આ પૂરક dsRNAનો સ્રોત RNA જનીનસંકુલ (genome) અથવા ચલાયમાન જનીનિક તત્વો-પરિવર્તકો (mobile genetic elements – transposons) ધરાવતા વાઈરસ દ્વારા લાગેલ ચેપમાંથી હોઈ શકે છે, જે એક RNA મધ્યસ્થી દ્વારા સ્વયંજનન પામે છે.

એગ્રોબેક્ટેરિયમ (*Agrobacterium*) વાહકોનો ઉપયોગ કરીને સૂત્રકૃમિના વિશિષ્ટ જનીનોને યજમાન વનસ્પતિમાં પ્રવેશ કરાવી ચૂક્યા છે. (આકૃતિ 10.2). DNAનો પ્રવેશ એવી રીતે કરાવવામાં આવે છે જેથી તે યજમાન કોષોમાં અર્થપૂર્ણ (sense) અને પ્રતિ અર્થપૂર્ણ (antisense) RNAનું નિર્માણ કરે છે. આ બંને RNA એકબીજાના પૂરક હોય છે, જે બેવડા કુંતલમય dsRNAનું નિર્માણ કરે છે, જેનાથી RNA અંતઃક્ષેપ શરૂ થાય છે અને આ કારણે સૂત્રકૃમિના વિશિષ્ટ mRNA નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે પારજનીનિક (transgenic) યજમાનમાં પરોપજીવી જીવંત રહી શકતા નથી. આ પ્રકારે પારજનીનિક વનસ્પતિ પોતાની રક્ષા પરોપજીવીઓથી કરે છે (આકૃતિ 10.2).



આકૃતિ 10.2 : યજમાન વનસ્પતિ નિર્મિત dsRNA દ્વારા સૂત્રકૃમિઓના ઉપદ્રવ સામે રક્ષણમાં વધારો :
(a) લાક્ષણિક નિયંત્રિત વનસ્પતિનાં મૂળ (b) હેતુપૂર્વક સૂત્રકૃમિનો ચેપ લગાડ્યા પછીના 5 દિવસ સુધી પારજનીનિક વનસ્પતિના મૂળ પરંતુ નવીન ક્રિયાવિધિ દ્વારા સુરક્ષા

10.2 ઔષધમાં જૈવતકનીકીનું પ્રયોજન (Biotechnological Application in Medicine)

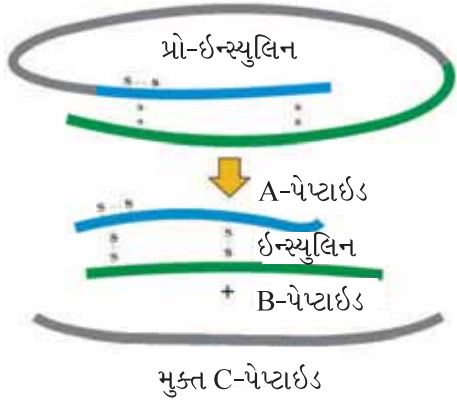
પુનઃસંયોજિત DNA ટેકનોલોજી પદ્ધતિનો સ્વાસ્થ્ય-સુરક્ષાના ક્ષેત્રમાં અત્યાધિક પ્રભાવ પડ્યો છે. કારણ કે, તેના દ્વારા ઉત્પન્ન થતા સુરક્ષિત અને સારા પ્રભાવશાળી ચિકિત્સકીય ઔષધોનું ઉત્પાદન વધુ માત્રામાં સંભવ થયું. પુનઃસંયોજિત ચિકિત્સકીય ઔષધોથી અનૈચ્છિક પ્રતિરક્ષાત્મક પ્રભાવ પડતો નથી જ્યારે અમાનવીય સ્ત્રોતોમાંથી અલગ કરવામાં આવેલ ઉપર્યુક્ત અનૈચ્છિક પ્રતિરક્ષાત્મક પ્રભાવ પાડે છે. વર્તમાન સમયમાં લગભગ 30 જેટલા પુનઃસંયોજિત ચિકિત્સકીય ઔષધો વિશ્વમાં મનુષ્યના ઉપયોગ માટે સ્વીકૃત કરવામાં આવ્યા છે. તેમાંથી 12 ભારતમાં વેચાઈ રહ્યા છે.

10.2.1 જનીનિક ઇજનેરી ઇન્સ્યુલિન (Genetically Engineered Insulin)

પુખ્ત વ્યક્તિઓમાં થતા મધુપ્રમેહ (diabetes)નું નિયંત્રણ સમયાંતરે ઇન્સ્યુલિન લેવાથી સંભવ છે. જો માનવ ઇન્સ્યુલિન પર્યાપ્ત માત્રામાં ઉપલબ્ધ ન હોય તો મધુપ્રમેહ રોગી શું કરશે ? તેના પર વિચાર કરવાથી આપણે એ વાતનો સ્વીકાર કરીશું કે આપણે અન્ય પ્રાણીઓમાંથી ઇન્સ્યુલિન અલગ તારવીને ઉપયોગમાં લેવું પડશે. શું અન્ય પ્રાણીઓમાંથી અલગ કરેલ ઇન્સ્યુલિન એ માનવશરીરમાંથી આવતા ઇન્સ્યુલિન જેટલું જ અસરકારક છે ? અને માનવશરીરની પ્રતિરક્ષા પ્રતિયાર પર બહારના ઇન્સ્યુલિનની કોઈ અસર તો નથી પડતી ને ? તમે કલ્પના કરો કે, જો કોઈ બેક્ટેરિયા માનવ ઇન્સ્યુલિન બનાવી શકે તો ચોક્કસપણે પ્રક્રિયા સરળ થઈ જશે. તમે સરળતાથી આવા બેક્ટેરિયાનો ઉછેર કરીને જેટલું ઇચ્છો એટલું તમારી આવશ્યકતા અનુસાર ઇન્સ્યુલિન બનાવી શકો છો.

વિચારો કે, શું ઇન્સ્યુલિન મધુપ્રમેહી વ્યક્તિને મુખ દ્વારા આપી શકાય કે નહિ, શા માટે ?

પહેલાંના સમયમાં મધુપ્રમેહ રોગીઓ માટે ઉપયોગમાં લેવાતું ઇન્સ્યુલિન પ્રાણીઓ અને ભુંડને મારીને તેના સ્વાદુપિંડમાંથી બહાર કાઢવામાં આવતું હતું. પ્રાણીઓમાંથી પ્રાપ્ત થતા ઇન્સ્યુલિન દ્વારા કેટલાક દર્દીઓને એલર્જી અથવા પરજાત પ્રોટીન પ્રત્યે બીજી પ્રતિક્રિયાઓ થવા લાગી હતી. ઇન્સ્યુલિન બે નાની પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓનું બનેલ હોય છે. શૃંખલા-A અને શૃંખલા-B, જે એકબીજા સાથે ડાયસલ્ફાઇડ બંધો દ્વારા જોડાયેલ હોય છે (આકૃતિ 10.3).



આકૃતિ 10.3 : C-પેપ્ટાઇડ દૂર કર્યા બાદ ઇન્સ્યુલિનમાં પ્રો-ઇન્સ્યુલિનની પરિપક્વતા

મનુષ્ય સહિત સ્તનધારીઓમાં ઇન્સ્યુલિન પ્રો-અંતઃસ્રાવ (પ્રો-ઉત્સેચકની જેમ પ્રો-અંતઃસ્રાવને પૂર્ણ પરિપક્વ અને ક્રિયાશીલ અંતઃસ્રાવ બનતા પહેલાં તેને પ્રક્રિયાકૃત થવાની આવશ્યકતા હોય છે) તરીકે સંશ્લેષિત કરવામાં આવે છે કે જે વધારે ખેંચાયેલ હોય છે જેને C-પેપ્ટાઇડ કહે છે. આ C-પેપ્ટાઇડ પરિપક્વ ઇન્સ્યુલિનમાં હોતો નથી, જે પરિપક્વતા દરમિયાન ઇન્સ્યુલિનમાંથી દૂર થઈ જાય છે. rDNA ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને મેળવાતા ઇન્સ્યુલિન ઉત્પાદનનો મુખ્ય પડકાર એ છે કે, ઇન્સ્યુલિનને એકત્રિત કરી પરિપક્વ સ્વરૂપમાં તૈયાર કરવું. 1983માં ઈલિ-લિલ્લી (Eli Lilly) નામની એક અમેરિકન કંપનીએ બે DNA શૃંખલાઓને તૈયાર કરી જે માનવ ઇન્સ્યુલિનની શૃંખલા-A અને શૃંખલા-Bને અનુરૂપ હોય. તેમને ઈ.કોલાઈના પ્લાસ્મિડમાં પ્રવેશ કરાવીને ઇન્સ્યુલિન શૃંખલાઓનું ઉત્પાદન કર્યું. આ અલગ રીતે ઉત્પાદન કરેલ શૃંખલા-A અને શૃંખલા-Bને

અલગ તારવીને ડાયસલ્ફાઈડ બંધ દ્વારા એકબીજા સાથે જોડીને માનવ ઇન્સ્યુલિનનું ઉત્પાદન કર્યું.

10.2.2 જનીન થેરાપી (Gene Therapy)

જો કોઈ વ્યક્તિ આનુવંશિક રોગ સાથે જન્મે છે તો શું આ રોગ માટે કોઈ ઉપચાર-વ્યવસ્થા છે ? જનીન થેરાપી આવો જ એક પ્રયાસ છે. જનીન થેરાપીમાં એ પદ્ધતિઓ સમાવિષ્ટ છે જેનાથી કોઈ બાળક કે ભ્રૂણમાં નિદાન કરવામાં આવેલ જનીન-ક્ષતિઓનો સુધારો કરવામાં આવે છે. જેમાં રોગની સારવાર માટે જનીનોને વ્યક્તિના કોષોમાં અથવા પેશીઓમાં પ્રવેશ કરાવવામાં આવે છે. જનીનિક ખામીની સારવારમાં વ્યક્તિ અથવા ભ્રૂણમાં સામાન્ય જનીનોનો પ્રવેશ કરાવવામાં આવે છે. જે નિષ્ક્રિય જનીનની ક્ષતિપૂર્તિ કરીને તેનાં કાર્યોને સંપન્ન કરે છે.

જનીન થેરાપીનો સૌપ્રથમ પ્રયોગ 1990માં એક ચાર વર્ષની છોકરીમાં એડિનોસાઈન ડિએમિનેઝ (ADA)ની ઊણપ (ક્ષતિ)ને દૂર કરવા માટે કરવામાં આવ્યો હતો. આ ઉત્સેચક રોગપ્રતિકારકતામાં અતિઆવશ્યક હોય છે. આ સમસ્યા એડિનોસાઈન ડિએમિનેઝ માટે જવાબદાર જનીનના લોપ (deletion) થવાથી થાય છે. કેટલાંક બાળકોમાં ADAનો ઉપચાર અસ્થિમજ્જા પ્રત્યારોપણ દ્વારા થાય છે, જ્યારે કેટલાકમાં ઉત્સેચક રિપ્લેસમેન્ટ થેરાપી (enzyme replacement therapy) દ્વારા કરવામાં આવે છે કે જેમાં સીરિંજ દ્વારા રોગીને સક્રિય ADA આપવામાં આવે છે. ઉપર્યુક્ત બંને ક્રિયાઓમાં એ મર્યાદા છે કે તે બંને સંપૂર્ણપણે રોગનાશક નથી. જનીન થેરાપીમાં સર્વપ્રથમ રોગીના રુધિરમાંથી લસિકાકોષોને બહાર કાઢીને તેમનું સંવર્ધન કરવામાં આવે છે. સક્રિય ADA-cDNA (રિટ્રોવાઈરસ વાહક વાપરીને)નો લસિકાકોષોમાં પ્રવેશ કરાવવામાં આવે છે કે જેને અંતમાં દર્દીના શરીરમાં પુનઃ દાખલ કરવામાં આવે છે. આમ છતાં આ કોષો અમર હોતા નથી, આથી જિનેટિકલી એન્જિનિયર્ડ લસિકાકોષો (genetically engineered lymphocytes)ને સમયાંતરે દર્દીના શરીરમાં દાખલ કરવાની જરૂર પડે છે. આમ છતાં મજ્જાકીય કોષોમાંથી અલગ કરવામાં આવેલ ADA ઉત્પન્ન કરતા જનીનનો પ્રારંભિક ભ્રૂણીય અવસ્થાના કોષોમાં પ્રવેશ કરાવવામાં આવે, તો તેનો કાયમી ઉપચાર શક્ય બને છે.

10.2.3 આણ્વિક નિદાન (Molecular Diagnosis)

તમે જાણો છો કે રોગની અસરકારક સારવાર માટે તેનું પ્રારંભિક નિદાન અને તેની રોગદેહધર્મવિદ્યા (pathophysiology)ને સમજવી અતિઆવશ્યક છે. ઉપચાર-નિદાનની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ (સીરમ અને મૂત્ર-વિશ્લેષણ વગેરે)નો ઉપયોગ કરીને પ્રારંભિક નિદાન મેળવવું શક્ય નથી. રિકોમ્બિનન્ટ DNA ટેકનોલોજી, પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR) અને એન્જાઈમ લિન્કડ ઇમ્યુનો-સોરબન્ટ એસે (ELISA) જેવી કેટલીક પદ્ધતિઓ છે કે જેની મદદથી રોગનું પ્રારંભિક નિદાન થઈ શકે છે.



રોગકારકો (બેક્ટેરિયા, વાઈરસ વગેરે)ની હાજરીની સામાન્ય રીતે ત્યારે જ જાણ થાય છે કે, જ્યારે તેના દ્વારા ઉત્પન્ન થતા રોગનાં લક્ષણો જોવા મળે. તે સમય સુધી રોગકારકની સંખ્યા શરીરમાં પહેલાંથી ઘણી વધી થઈ ચૂકી હોય છે. જ્યારે બહુ ઓછી સંખ્યામાં બેક્ટેરિયા અથવા વાઈરસ (એ સમય કે જ્યારે રોગનાં ચિહ્નો સ્પષ્ટ દેખાતાં ન) હોય ત્યારે તેની ઓળખ PCRની મદદથી તેના ન્યુક્લિઈક એસિડના પ્રવર્ધન (amplification) દ્વારા કરી શકીએ છીએ. શું તમે જણાવી શકો છો કે PCR કેવી રીતે અલ્પ માત્રાના DNAની ઓળખ કરે છે ? સંભવિત AIDS દર્દીઓમાં HIVની ઓળખ માટે આજકાલ સામાન્ય રીતે PCR ઉપયોગમાં લેવાઈ રહ્યું છે તેનો ઉપયોગ કેન્સર સંભવિત દર્દીઓના જનીનોમાં વિકૃતિની તપાસ કરવા માટે પણ કરવામાં આવી રહ્યો છે. આ એક ઉપયોગી તકનીક છે જેના દ્વારા અન્ય ઘણાબધા આનુવંશિક રોગોની પણ તપાસ કરી શકાય છે.

એકલ શૃંખલામય DNA અથવા RNA સાથે એક રેડિયોએક્ટિવ અણુ (પ્રોબ) જોડીને કોષોના કલોનમાં તેના પૂરક DNA સાથે સંકરિત કરાય છે, જેને ઓટોરેડિયોગ્રાફી (autoradiography) દ્વારા ઓળખવામાં આવે છે. કલોન કે જેમાં વિકૃત જનીન જોવા મળે છે તે ફોટોગ્રાફિક ફિલ્મ પર દેખાતા નથી; કેમકે પ્રોબ તથા ઉત્પરિવર્તિત (વિકૃત) જનીન એકબીજાના પૂરક હોતા નથી.

ELISA એન્ટિજન-એન્ટિબોડી પારસ્પરિક ક્રિયાઓના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે. એન્ટિજન્સ (પ્રોટીન્સ, ગ્લાયકોપ્રોટીન્સ વગેરે)ની હાજરી દ્વારા અથવા રોગકારકોના વિરુદ્ધ સંશ્લેષિત એન્ટિબોડી દ્વારા રોગકારકો દ્વારા ઉત્પન્ન થતા સંક્રમણની ચકાસણી કરવામાં આવે છે.

10.3 પારજનીનિક પ્રાણીઓ (Transgenic Animals)

એવાં પ્રાણીઓ કે જેમના DNAને તબદીલ કરવામાં આવેલ હોય અને તેમાં વિદેશી (બાહ્ય) જનીન વ્યક્ત થયેલ હોય તેમને પારજનીનિક પ્રાણીઓ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. પારજનીનિક ઉંદરો, સસલાં, ભૂંડ, ઘેટાં, ગાય અને માછલીઓ ઉત્પન્ન થઈ ચૂક્યાં છે, જોકે બધાં પ્રવર્તમાન પારજનીનિક પ્રાણીઓના 95 ટકાથી વધારે ઉંદરો છે. આવા પ્રકારનાં પ્રાણીઓનું ઉત્પાદન શા માટે કરવામાં આવે છે ? આવાં રૂપાંતરો કરવાથી મનુષ્યને શું ફાયદો થાય છે ? ચાલો તેનાં કેટલાંક સામાન્ય કારણોની તપાસ કરીએ.

(i) સામાન્ય દેહધર્મવિદ્યા અને વિકાસ (Normal Physiology and Development) :

વિશિષ્ટરૂપે પારજનીનિક પ્રાણીઓનું નિર્માણ જનીનના નિયમન અને શરીરના વિકાસ તેમજ સામાન્ય કાર્યો પર થતી અસરો (પ્રભાવો)ના અભ્યાસ માટે કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ : વૃદ્ધિ માટે જવાબદાર જટિલ કારકો જેવા કે ઈન્સ્યુલિન જેવા વૃદ્ધિ કારકનો અભ્યાસ કરવા. બીજી જાતિના જનીનનો પ્રવેશ કરાવ્યા સિવાય ઉપર્યુક્ત કારકોના નિર્માણમાં થતાં પરિવર્તનો દ્વારા પ્રેરાતી જૈવિક અસરોનો અભ્યાસ તથા કારકોની શરીરમાં જૈવિક ભૂમિકા વિશે માહિતી પ્રાપ્ત થાય છે.

(ii) રોગનો અભ્યાસ (Study of Disease) :

રોગોના વિકાસમાં જનીનોની ભૂમિકા શું છે તે માટેની આપણી સમજને વધારવા માટે મોટા ભાગનાં પારજનીનિક પ્રાણીઓ વિકસાવવામાં આવ્યાં છે. માનવરોગો માટે એક મોડલ તરીકે તેનો પ્રયોગ કરી શકાય, તે માટે તેને વિશિષ્ટરૂપે બનાવેલ છે. જેથી રોગોની નવી સારવાર માટેનો અભ્યાસ થઈ શકે. વર્તમાન સમયમાં કેન્સર, સિસ્ટિક ફાઈબ્રોસિસ, સંધિવા વા અને અલ્ઝાઈમર જેવા ઘણા માનવરોગો માટે પારજનીનિક મોડલ ઉપલબ્ધ છે.



- (iii) **જૈવિક નીપજો (Biological Products)** : કેટલાક માનવરોગોની સારવાર માટે દવાઓની આવશ્યકતા હોય છે કે જે જૈવિક નીપજોની બનેલી હોઈ શકે છે. આવી નીપજોને બનાવવી ખૂબ જ ખર્ચાળ છે. પારજનીનિક પ્રાણીઓ જે ઉપયોગી જૈવિક નીપજોનું નિર્માણ કરે છે તેમાં DNAના ભાગ (અથવા જનીનો)ને પ્રવેશ કરાવાય છે જે વિશિષ્ટ નીપજોના નિર્માણમાં ભાગ લે છે. ઉદાહરણ : માનવ પ્રોટીન (α -1-એન્ટિટ્રિપ્સિન)નો ઉપયોગ એમ્ફિસેમાની સારવાર માટે થાય છે. એવી જ રીતે ફિનાઈલકિટોન્યુરિયા (PKU) અને સિસ્ટિક ફાઈબ્રોસિસની સારવાર માટે પ્રયાસ કરવામાં આવેલ છે. 1977માં પ્રથમ પારજનીનિક ગાય ‘Rosie’ દ્વારા માનવ પ્રોટીનસભર દૂધ (એક લિટરમાં 2.4 gm) ઉત્પન્ન કરવામાં આવ્યું. આ દૂધ મનુષ્યનું આલ્ફાલેક્ટાલ્યુમિન ધરાવે છે અને તે માનવ- શિશુ માટે ગાયના કુદરતી દૂધ કરતાં વધુ પોષણયુક્ત સમતોલ ઉત્પાદન ગણાય છે.
- (iv) **રસી-સુરક્ષા (Vaccine Safety)** : મનુષ્ય પર ઉપયોગ કરતા પહેલાં રસીની સુરક્ષા માટેના પરીક્ષણ કરવા માટે પારજનીનિક ઉદરોનું નિર્માણ કરવામાં આવ્યું છે. શરૂઆતમાં પારજનીનિક ઉદરોનો ઉપયોગ પોલિયો રસીની સુરક્ષાના પરીક્ષણ માટે કરવામાં આવે છે. જો ઉપર્યુક્ત પ્રયોગ સફળ અને વિશ્વસનીય હશે તો રસી-સુરક્ષા તપાસ માટે વાનરના સ્થાને પારજનીનિક ઉદરોનો ઉપયોગ થઈ શકશે.
- (v) **રાસાયણિક સુરક્ષા-પરીક્ષણ (Chemical Safety Testing)** : આ વિષારિતા / સુરક્ષા- પરીક્ષણ તરીકે પણ ઓળખાય છે. આ એ જ પ્રક્રિયા છે કે જેમાં દવાઓની વિષારીતાનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે. પારજનીનિક પ્રાણીઓમાં જોવા મળતા કેટલાક જનીનોને આવા વિષારી પદાર્થો પ્રત્યે અતિસંવેદનશીલ બનાવાય છે. જ્યારે બિનપારજનીનિક પ્રાણીઓમાં આવું હોતું નથી. પારજનીનિક પ્રાણીઓને વિષારી પદાર્થોના સંપર્કમાં લાવ્યા બાદ ઉત્પન્ન થતી અસરોનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. આવાં પ્રાણીઓમાં વિષારિતાના પરીક્ષણ દ્વારા આપણને ટૂંકા સમયમાં જ પરિણામ પ્રાપ્ત થઈ જાય છે.

10.4 નૈતિક પ્રશ્નો (Ethical Issues)

હવે, માનવજાતિ દ્વારા અન્ય કોઈ પણ સજીવોમાં કોઈ પણ નિયમન વગર વધુ અખતરા કરી શકાશે નહિ. બધી માનવીય પ્રવૃત્તિઓ કે જે સજીવો માટે મદદરૂપ અથવા નુકસાનકારક હોય તેના નીતિનિયમોના મૂલ્યાંકન માટે કેટલાક નૈતિક માપદંડોની આવશ્યકતા છે.

આવા નૈતિક મુદ્દાઓનું જૈવિક મહત્ત્વ રહેલું હોય છે. જ્યારે જનીનિક રૂપાંતરિત સજીવો નિવસનતંત્રમાં પ્રવેશે ત્યારે આવા સજીવોનાં અણધાર્યાં પરિણામો મળી શકે છે.

એટલા માટે, ભારત સરકારે એવા સંગઠનની સ્થાપના કરી જેમકે **GEAC (Genetic Engineering Approval Committee)**, જે પારજનીનિક સંશોધન સંબંધિત કાર્યોની માન્યતા (વૈધાનિકતા) તથા જનસેવાઓ માટે પારજનીનિક સજીવોના અમલીકરણની સુરક્ષા વગેરે વિશે નિર્ણય લેશે.

જનસેવાઓ (ઉદાહરણ : આહાર તેમજ ચિકિત્સા-સ્રોતો) માટે સજીવોના રૂપાંતરણ / ઉપયોગિતા જે આવા સજીવોના ઈજારા (પેટન્ટ) સંબંધિત સમસ્યાઓ પણ બનવા પામી છે.

લોકોમાં એ વાતને લઈને આકોશ છે કે, કેટલીક કંપનીઓ આનુવંશિક દ્રવ્યો, વનસ્પતિઓ અને અન્ય જૈવિક સ્રોતોનો ઉપયોગ કરી તેનાથી બનતી નીપજો તથા તફ્ફીનો વિશે પેટન્ટ પ્રાપ્ત કરી રહી છે, જે ઘણા સમય પહેલાંથી ઓળખાયેલ, વિકસિત અને ખેડૂતો દ્વારા તથા વિશેષ ક્ષેત્ર કે સ્થાનિક દેશના લોકો દ્વારા તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવી રહ્યો છે



ચોખા એક મહત્વનું ખાદ્ય અન્ન છે, જેના વિશે હજારો વર્ષો પહેલાંની એશિયાની ખેતીના ઇતિહાસમાં વર્ણન જોવા મળે છે. એક અનુમાનના આધારે માત્ર ભારતમાં ચોખાની લગભગ 2 લાખ જાતિઓ જોવા મળે છે. ભારતમાં ચોખાની જે વિવિધતા છે તે વિશ્વની સૌથી વધુ વિવિધતાઓમાંની એક છે. બાસમતી ચોખા તેની અનોખી સુગંધ તથા સ્વાદ માટે પ્રચલિત છે અને તેની 27 ઓળખાયેલ જાતો ભારતમાં ઉગાડવામાં આવે છે. પ્રાચીન પુસ્તકો, લોકસાહિત્ય તથા કવિતાઓમાં બાસમતીનું વર્ણન જોવા મળેલ છે, જેનાથી એ ખ્યાલ આવે છે કે, તેનું સૈકાઓ પહેલાંથી વાવેતર કરવામાં આવે છે. વર્ષ 1977માં અમેરિકાની એક કંપનીએ બાસમતી ચોખા પર US પેટન્ટ અને ટ્રેડમાર્ક કાર્યાલય દ્વારા પેટન્ટ (ઈજારો) પ્રાપ્ત કરી લીધો. જેનાથી તે કંપની બાસમતી ચોખાની નવી જાતો અમેરિકા તથા વિદેશોમાં વેચી શકે છે. બાસમતીની આ નવી જાત વાસ્તવમાં ભારતીય ખેડૂતોની પરંપરાગત જાતોમાંથી વિકસિત કરવામાં આવી હતી. ભારતીય બાસમતીને અર્ધ-વામન જાત સાથે સંકરણ કરાવીને નવી શોધ અથવા એક નવી ઉપલબ્ધિનો દાવો કર્યો હતો. પેટન્ટ લાગુ પડવાથી એક આધિપત્ય દ્વારા અન્ય લોકો દ્વારા બાસમતીનું વેચાણ પ્રતિબંધિત થઈ શકતું હતું. નીપજો અને પ્રક્રિયાઓ આધારિત ભારતીય પરંપરાગત ઔષધો, ઉદાહરણ : હળદર અને લીમડાના પેટન્ટ મેળવવાના ઘણાબધા પ્રયત્નો કરેલા છે. જો આપણે આના વિશે જાગ્રત થઈશું નહિ અને આવી પેટન્ટના પ્રયોજન (અમલીકરણ)ને તરત જ અટકાવીશું નહિ તો અન્ય દેશો / વ્યક્તિઓ આપણો સમૃદ્ધ વારસો છીનવી લેશે અને આપણે તે માટે કશું જ નહિ કરી શકીએ.

જૈવતસ્કરી (Biopiracy) : બહુરાષ્ટ્રીય કંપનીઓ અને અન્ય સંગઠનો દ્વારા જૈવસંપત્તિઓની પેટન્ટનું જે-તે દેશ તથા તેના સંબંધિત લોકોની સત્તાવાર મંજૂરી કે આર્થિક લાભ આપ્યા વગર તેના શોષણ કરે તેને જૈવતસ્કરી કહે છે.

મોટા ભાગનાં ઔદ્યોગિક રાષ્ટ્રો આર્થિક સમૃદ્ધિ ધરાવે છે. પરંતુ જૈવવિવિધતા અને પરંપરાગત જ્ઞાન અપૂરતું છે. એનાથી વિપરિત વિકાસશીલ અને અલ્પવિકસિત વિશ્વ જૈવસ્રોત માટે જૈવવિવિધતા અને પરંપરાગત જ્ઞાનથી સમૃદ્ધ હોય છે. આવા જૈવસ્રોતોના પરંપરાગત જ્ઞાનનો ઉપયોગ આધુનિક પ્રયોજનોમાં કરવામાં આવે છે. જેના ફળસ્વરૂપે તેના વ્યાપારીકરણ દરમિયાન સમય, શક્તિ તથા ખર્ચનો પણ બચાવ થાય છે.

વિકસિત અને વિકાસશીલ રાષ્ટ્રોની વચ્ચે અન્યાય, અપર્યાપ્ત ક્ષતિપૂર્તિ અને લાભોની ભાગીદારી પ્રત્યે સમજદારી પામી રહી છે. જેના કારણે કેટલાંક રાષ્ટ્રો પોતાના જૈવસ્રોતો અને પરંપરાગત જ્ઞાનના પૂર્વ અનુમતિ વગર થતા શોષણ પર પ્રતિબંધ માટેના નિયમો બનાવી રહ્યા છે.

ભારતીય સંસદમાં હમણાં જ ઈન્ડિયન પેટન્ટ બિલમાં બીજો મુસદ્દો લાગુ કરેલ છે જે એવા મુદ્દાઓને ધ્યાને લેશે જેના અંતર્ગત પેટન્ટ નિયમ સંબંધિત, ઝડપી પ્રાવધાન, સંશોધન અને વિકાસીય પ્રયાસ સામેલ હોય.



સારાંશ

સૂક્ષ્મજીવો, વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ અને તેમની યાપયયિક કાર્યપ્રણાલીના ઉપયોગ કરતા બાયોટેકનોલોજી દ્વારા મનુષ્ય માટે ઘણાબધા ઉપયોગી પદાર્થોનું નિર્માણ થઈ શક્યું છે. નવી જાતોમાં નિર્માણ માટે પેશી સંવર્ધન અને દૈહિક સંકરણ જેવી તકનિક in vitro વનસ્પતિઓમાં ફેરફાર પ્રેરવાની વિપુલ ક્ષમતા પૂરી પાડે છે. પુનઃસંયોજિત DNA ટેકનોલોજીએ એવા સૂક્ષ્મજીવો, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓનું નિર્માણ સંભવ કરી દીધું છે જેમાં અભૂતપૂર્વ ક્ષમતા હોય. જનીનિક પરિવર્તિત સજીવોનું નિર્માણ એક કે એકથી વધુ જનીનોનું એક સજીવમાંથી બીજા સજીવમાં સ્થાનાંતરણની કુદરતી પદ્ધતિથી વિશેષ પુનઃસંયોજિત DNA ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને કરવામાં આવેલ છે.

GM વનસ્પતિઓનો ઉપયોગ પાક-ઉત્પાદનને વધારવા, લણણી બાદ થતા નુકસાનમાં ઘટાડો અને વનસ્પતિઓને તાણ પ્રત્યે વધારે સહનશીલ બનાવવામાં વધારે થઈ રહ્યો છે. એવી કેટલીય GM વનસ્પતિઓ છે કે જેમાં પોષણમૂલ્ય ખૂબ જ ઉન્નત છે અને રાસાયણિક કીટનાશકો પર નિર્ભરતા ખૂબ જ ઓછી છે (કીટ-પ્રતિરોધક પાકો).

પુનઃસંયોજિત DNA ટેકનોલોજીનું સ્વાસ્થ્ય-સુરક્ષાના ક્ષેત્રમાં અત્યંત વધારે મહત્ત્વ છે. કેમકે તેના દ્વારા સુરક્ષિત અને અત્યંત પ્રભાવશાળી ઔષધોનું નિર્માણ સંભવ બન્યું. પુનઃસંયોજિત ઔષધો મનુષ્યના પ્રોટીનના સમતુલ્ય છે એના કારણે અનિચ્છનીય પ્રતિરક્ષા પ્રભાવ પડતો નથી અને તે ચેપના જોખમથી મુક્ત છે જેમકે, આપણે જોયું કે અમાનવીય સ્રોતોમાંથી એક જ પ્રકારની નીપજ અલગ કરવામાં આવેલ છે. માનવ ઇન્સ્યુલિન કે જે બેક્ટેરિયામાં ઉત્પન્ન કરવામાં આવ્યું તેનું બંધારણ કુદરતી અણુ જેવું જ છે.

પારજનિક પ્રાણીઓ માનવરોગો જેવા કે કેન્સર, સિસ્ટિક ફાઇબ્રોસિસ, સંધિવા અને અલ્ઝાઈમર માટે મોડલ તરીકે વપરાય છે, જેનાથી આપણને રોગના વિકાસમાં જનીનની ભૂમિકાનો ખ્યાલ મેળવવામાં સુવિધા રહે છે.

જનીન થેરાપીમાં મુખ્યત્વે આનુવંશિક રોગોને દૂર કરવા માટે વ્યક્તિના કોષો અને પેશીઓમાં જનીનનો પ્રવેશ કરાવાય છે. જેમાં ક્ષતિયુક્ત વિકૃતિ કારકના સ્થાને સક્રિય જનીન અથવા જનીન-નિર્ધારણ દ્વારા ઉપચાર થાય છે. જેમાં જનીન પ્રવર્ધનનો સમાવેશ થાય છે. વાઈરસ કે જે યજમાન પર આક્રમણ કરીને પોતાના વિભાજનચક્રો માટે પોતાના આનુવંશિક દ્રવ્યને યજમાનના કોષોમાં પ્રવેશ કરાવે છે તેને વાહકના સ્વરૂપે પ્રયોગ કરી સ્વસ્થ જનીન અથવા નવા જનીનના ભાગને સ્થાનાંતરિત કરી શકાય છે.

સૂક્ષ્મજીવો, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓના વ્યવહાર પ્રત્યે વર્તમાન દિલચસ્પીએ ગંભીર નૈતિક પ્રશ્નો ઊભા કરી દીધા છે.

સ્વાધ્યાય

1. વાઈરસમુક્ત વનસ્પતિઓના નિર્માણ માટે વનસ્પતિનો કયો ભાગ સૌથી ઉત્તમ છે ? અને શા માટે ?
2. સૂક્ષ્મસંવર્ધન દ્વારા નિર્મિત વનસ્પતિઓના ઉત્પાદનના મુખ્ય ફાયદાઓ કયા છે ?
3. શોધી કાઢો કે પ્રયોગશાળામાં (in vitro) નિવેશનના પ્રસર્જન માટે ઉપયોગી માધ્યમના વિવિધ ઘટકો કયા છે ?
4. કેટલાક બેક્ટેરિયા Bt વિષના સ્ફટિકો પેદા કરે છે પરંતુ બેક્ટેરિયા સ્વયંને મારતા નથી કારણ કે -
 - (a) બેક્ટેરિયા વિષ પ્રત્યે પ્રતિરોધી છે.
 - (b) વિષ અપરિપક્વ હોય છે.
 - (c) વિષ નિષ્ક્રિય હોય છે.
 - (d) વિષ બેક્ટેરિયામાં વિશિષ્ટ કોષનમાં આવરિત હોય છે.



5. પારજનીનિક બેક્ટેરિયા શું છે ? કોઈ એક ઉદાહરણ દ્વારા વર્ણન કરો.
6. જનીનિક રૂપાંતરિત પાકોના ઉત્પાદનના ફાયદા તથા ગેરફાયદાની તુલનાત્મક સરખામણી કરો.
7. *Cry* પ્રોટીન શું છે ? તે પેદા કરતાં સજીવનું નામ જણાવો. મનુષ્ય આ પ્રોટીનને પોતાના ફાયદા માટે કેવી રીતે ઉપયોગમાં લે છે ?
8. જનીન થેરાપી શું છે ? એડિનોસાઈન ડિએમિનેઝ (ADA)ની ઊણપ ઉદાહરણ આપી તેને વર્ણવો.
9. *E. coli* જેવા બેક્ટેરિયામાં માનવજનીન (વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ માટેનું જનીન)ની ક્લોનિંગ તેમજ અભિવ્યક્તિનાં પ્રાયોગિક ચરણોનું ચિત્રાત્મક નિરૂપણ કરો.
10. r DNA તકનીકી તથા તેલના રસાયણશાસ્ત્ર વિશે તમારી પાસે જેટલી સમજૂતી છે, તેના આધારે બીજામાંથી તેલ (હાઈડ્રોકાર્બન) દૂર કરવાની કોઈ એક પદ્ધતિ સમજાવો.
11. ઈન્ટરનેટ દ્વારા તપાસ કરો કે ગોલ્ડન રાઈસ શું છે ?
12. શું આપણા રુધિરમાં પ્રોટીએઝ અને ન્યુક્લિએઝ છે ?
13. ઈન્ટરનેટ દ્વારા તપાસ કરો કે મુખેથી લઈ શકાય તેવા ઔષધીય સક્રિય પ્રોટીન (orally active protein pharmaceutical) કેવી રીતે બનાવીશું ? આ કાર્યમાં આવનારી મુખ્ય સમસ્યાઓનું વર્ણન કરો.

એકમ 10 પરિસ્થિતિવિદ્યા (Ecology)

પ્રકરણ 11

સજીવો અને વસ્તી

પ્રકરણ 12

નિવસનતંત્ર

પ્રકરણ 13

જૈવ-વિવિધતા અને
સંરક્ષણ

વિવિધતા (diversity) એ ફક્ત સજીવ જીવનની જ વિશિષ્ટતા નથી પરંતુ તે જીવવિજ્ઞાન પાઠ્યપુસ્તકોમાં વિષયાર્થ પણ છે. જીવવિજ્ઞાન (Biology)નું પ્રસ્તુતીકરણ એ વનસ્પતિશાસ્ત્ર (Botany), પ્રાણીશાસ્ત્ર (Zoology) તથા સૂક્ષ્મજીવશાસ્ત્ર (Microbiology) સ્વરૂપે અથવા તો પ્રચલિત (classical) તથા આધુનિક (modern) સ્વરૂપે કરવામાં આવ્યું છે. ત્યાર બાદ તેનો પાછળનો ભાગ એ જીવવિજ્ઞાનના આણ્વિક ઉદ્દેશો (molecular aspects) માટે સૌમ્યોક્તિ (euphemism - સત્યથી થોડુંઘણું અસંગત શબ્દ-પ્રયોજન) છે. ભાગ્યવશ, આપણી પાસે ઘણાં વિચારસૂત્રો છે કે જેનો ઉપયોગ આપણે જૈવવૈજ્ઞાનિક જ્ઞાનની માહિતી કે જાણકારીનાં વિભિન્ન ક્ષેત્રોને એકસૂત્રી સિદ્ધાંતમાં વણી લેવા માટે કરીએ છીએ. પરિસ્થિતિવિદ્યા પણ એક એવું સૂત્ર છે કે જે આપણને જીવવિજ્ઞાનનો સકલવાદી દૃષ્ટિકોણ (holistic perspective) પ્રદાન કરે છે. જૈવવિજ્ઞાનિક સમજૂતીનો તત્ત્વાર્થ (સાર) એ સજીવો (an individual) સ્વતંત્ર રૂપથી કેવા પ્રકારે રહે છે, અન્ય સજીવો સાથે કેવા પ્રકારે પરસ્પર અસર કરે છે અને એક સમૂહ સ્વરૂપે (as a group) તેમનાં ભૌતિક નિવાસસ્થાનો (physical habitats) કેવા પ્રકારના છે તથા કેવા પ્રકારે તેઓ સંગઠિત થઈને વસ્તી (population), સમુદાય (community), નિવસનતંત્ર (ecosystem) કે સમગ્ર જીવાવરણ (biosphere)ની રચના કરે છે તે વગેરેની જાણકારી માટે છે. પરિસ્થિતિવિદ્યા આ બધું આપણને સમજાવે છે. માનવકેન્દ્રિત પર્યાવરણીય અવનતીકરણ (anthropogenic environmental degradation) તથા તેનાથી ઉદ્ભવતી સામાજિક-રાજકીય સમસ્યાઓ (socio-political issues)નો અભ્યાસ કરવો એ તેનો ચોક્કસ ઉદ્દેશ છે. આ એકમમાં ઉપર્યુક્ત ઉદ્દેશોનું આલોચનાત્મક દૃષ્ટિ (critical view)એ વિશેષ રીતે વર્ણન લેવામાં આવ્યું છે.





રામદેવ મિશ્રા
(Ramdeo Misra)
(1908 – 1998)

આદરણીય રામદેવ મિશ્રા (Ramdeo Misra)ને ભારતવર્ષમાં પરિસ્થિતિવિદ્યાના પિતા તરીકે માનવામાં આવે છે. તેમનો જન્મ 26 ઓગસ્ટ, 1908માં થયો હતો. તેમણે યુનાઈટેડ કિંગડમ (UK)માં લીડ્સ વિશ્વવિદ્યાલય (Leeds university)માં ડબલ્યુ.એચ.પીયરસાલ (W.H.Pearsall), એફ.આર.એસ. (FRS)ના માર્ગદર્શન હેઠળ 1937ના વર્ષમાં પરિસ્થિતિવિદ્યામાં ડૉક્ટર ઓફ ફિલોસોફી (Ph.D. વિદ્યાવાચસ્પતિ)ની ઉપાધિ મેળવી. તેમણે બનારસ હિંદુ વિશ્વવિદ્યાલય, વારાણસીના વનસ્પતિશાસ્ત્રના વિભાગમાં પરિસ્થિતિવિદ્યા વિષયમાં અધ્યાપન તેમજ સંશોધન શાખાઓની સ્થાપના કરી. તેમનાં સંશોધનોએ ઉષ્ણકટિબંધના (tropical) સમુદાયો તથા તેમના અનુક્રમણ (succession), વનસ્પતિ-વસ્તીઓની પર્યાવરણીય પ્રતિક્રિયાઓ (responded) અને ઉષ્ણકટિબંધના જંગલ તથા તૃણભૂમિ નિવસનતંત્રોમાં ઉત્પાદકતા (productivity) અને પોષક ચક્રણ (nutrient cycling) વગેરેની સમજૂતી માટેનો પાયો નાખ્યો. રામદેવ મિશ્રાએ ભારતમાં પરિસ્થિતિવિદ્યા પર સૌપ્રથમ અનુસ્નાતક (postgraduate) પાઠ્યક્રમ શરૂ કર્યો. તેમની દેખરેખ નીચે 50થી પણ વધારે શિષ્યોએ ડૉક્ટર ઓફ ફિલોસોફીની ઉપાધિ મેળવી અને તેઓએ દેશની અન્ય વિશ્વવિદ્યાલયો તથા સંશોધન સંસ્થાઓમાં જઈ પરિસ્થિતિવિદ્યાકીય અધ્યાપન તેમજ સંશોધનો શરૂ કર્યા.

તેમને ભારતીય રાષ્ટ્રીય વિજ્ઞાન અકાદમી (Indian National Science Academy) અને આર્ટ્સ તથા વિજ્ઞાનની વિશ્વ અકાદમી (World Academy of Arts and Science) ની શિષ્યવૃત્તિ (fellowships)થી સન્માનિત કરવામાં આવ્યા હતા તેમજ પર્યાવરણ અને પરિસ્થિતિવિદ્યા ક્ષેત્રે લબ્ધપ્રતિષ્ઠિત સંજય ગાંધી પુરસ્કારથી પુરસ્કૃત કરવામાં આવ્યા હતા. તેમના પ્રયત્નોથી જ, ભારત સરકારે પર્યાવરણીય આયોજન તેમજ સંકલન (1972) માટે રાષ્ટ્રીય સમિતિ સ્થાપી, કે જેણે પાછલાં વર્ષોમાં, પર્યાવરણ અને વન મંત્રાલયની સ્થાપના કરવા માટે (1984) માર્ગ પ્રશસ્ત કર્યો.



પ્રકરણ 11

સજીવો અને વસ્તી

(Organisms and Populations)

11.1 વસ્તી

આપણું સજીવ વિશ્વ વિવિધ પ્રકારનું આકર્ષક (fascinatingly) અને નવાઈ પમાડે (amazingly) એવું જટિલ છે. આપણે મહાઅણુઓ, કોષો, પેશીઓ, અંગો, અંગતંત્રો, સ્વતંત્ર સજીવો, વસ્તી, સમુદાયો, નિવસનતંત્રો અને જૈવવિસ્તારો-જેવા જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠનોના વિભિન્ન સ્તરોએ શોધખોળ પ્રક્રિયાઓ (investing processes) દ્વારા તેની જટિલતાને સમજવા માટે પ્રયાસ કરી શકીએ છીએ. જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠન (આયોજન-organisation)ના કોઈ પણ સ્તરે આપણે બે પ્રકારના પ્રશ્નો પૂછી શકીએ છીએ - ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે આપણે બગીચામાં વહેલી સવારે બુલબુલ (bulbul)ને ગાતી સાંભળીએ છીએ ત્યારે પ્રશ્ન થાય કે, ‘પક્ષી કેવી રીતે ગાય છે ?’ કે ‘પક્ષી શા માટે ગાય છે ?’ ‘કેવી રીતે’ પ્રકારના પ્રશ્નોમાં પ્રક્રિયાની પાછળ તેની ક્રિયાવિધિ (mechanism) જાણવાની કુતૂહલતા હોય છે જ્યારે ‘શા માટે’ પ્રકારના પ્રશ્નોમાં પ્રક્રિયાની મહત્વતા (significance) જાણવાની જિજ્ઞાસા હોય છે. આપણા ઉદાહરણમાં પહેલા પ્રશ્ન માટેનો જવાબ પક્ષીમાં સ્વરપેટી (voice box) અને કંપનઅસ્થિ (vibrating bone)ની સંચાલન વ્યવસ્થા હોઈ શકે છે જ્યારે બીજા પ્રશ્નના જવાબમાં કહી શકીએ છીએ કે પ્રજનનઋતુ દરમિયાન પક્ષીને તેના સાથી સાથે સંવાદ સાધવાની (communicate) આવશ્યકતા હોઈ શકે છે. જ્યારે તમે તમારી આસપાસ પ્રકૃતિનું વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણ (scientific frame)થી અવલોકન કરશો તો તમારા મનમાં નિશ્ચિતરૂપે બંને પ્રકારના અનેક દિલચસ્પ પ્રશ્નો ઊઠશે - રાત્રે ખીલતાં પુષ્પો (night-blooming flowers) સામાન્ય રીતે સફેદ શા માટે હોય છે ? મધમાખીને કેવી રીતે જાણ થાય છે કે, કયા પુષ્પમાં મધુરસ (nectar) હોય છે ? થોર (cactus) શા માટે ઘણાબધા કંટકો (thorns) ધરાવે છે ? પક્ષીનાં બચ્ચાં (chick spurs) કેવી રીતે પોતાની માતાને ઓળખી લે છે ? વગેરે વગેરે.



તમે અગાઉના વર્ગોમાં પહેલેથી જ શીખી ગયાં છો કે પરિસ્થિતિવિદ્યા એક એવો વિષય છે કે જે સજીવો-સજીવો વચ્ચેની તથા સજીવ અને તેના ભૌતિક (અજૈવિક) પર્યાવરણ વચ્ચેની આંતરક્રિયાઓ (interactions)નો અભ્યાસ શીખવે છે.

મૂળભૂત રીતે પરિસ્થિતિવિદ્યા એ જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠનના ચાર સ્તરો સાથે સંલગ્ન છે : સજીવો (organisms), વસ્તી (populations), સમુદાયો (communities) અને જૈવવિસ્તારો (biomes). આ પ્રકરણમાં આપણે વસ્તી સ્તરોએ પરિસ્થિતિવિદ્યાનો અભ્યાસ કરીશું.

11.1 વસ્તી (Populations)

11.1.1 વસ્તીનાં સવિશેષ લક્ષણો (Population Attributes)

પ્રકૃતિમાં, આપણને કોઈ પણ જાતિના એક વ્યક્તિગત સજીવ (individuals)નાં દર્શન ભાગ્યે જ થાય છે; તેમાંના મોટા ભાગના સારી રીતે વિકાસ પામેલા ભૌગોલિક વિસ્તારમાં સમૂહોમાં રહે છે. એકસરખા સ્રોતો માટે, ભાગીદારી કે સ્પર્ધા (share or compete) કરે છે, આંતરપ્રજનન કરે છે, સંભવિત રીતે આંતરજાતીય (મિશ્રજાતીય-interbreed) હોય છે અને આ પ્રકારે તેઓ વસ્તીની રચના કરે છે. જોકે આંતરપ્રજનન શબ્દ લિંગીપ્રજનન માટે સૂચિત છે, અલિંગીપ્રજનનના પરિણામ સ્વરૂપ ઉદ્ભવતા સજીવોના સમૂહને પણ પરિસ્થિતિકીય અભ્યાસના હેતુ માટે સામાન્યતઃ વસ્તી તરીકે માનવામાં આવે છે. જલપ્લવિત વિસ્તાર (Wetland)માં બધા જ દરિયાઈ પક્ષીઓ (cormorants), વણવપરાતાં વસવાટમાં (abandoned dwelling), રહેતા ઉંદરો વનક્ષેત્રનાં સાગના વૃક્ષો (teakwood trees), સંવર્ધન પાત્રમાંના બેક્ટેરિયા તથા તળાવમાં કમળના છોડવાઓ વસ્તીનાં કેટલાક ઉદાહરણો છે. અગાઉનાં પ્રકરણોમાં તમે એ શીખ્યાં છો તેમ છતાં પણ વ્યક્તિગત સજીવ એ છે કે જે પરિવર્તિત પર્યાવરણનો સામનો (cope) કરે, વસ્તીના સ્તરે પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા ઈચ્છિત લક્ષણોને વિકસિત કરવાનું સંચાલન થાય છે. આથી, વસ્તી પરિસ્થિતિવિદ્યા એ પરિસ્થિતિવિદ્યાનું એક મહત્વનું ક્ષેત્ર છે, કારણ કે તે પરિસ્થિતિવિદ્યાને વસ્તી જનીનવિદ્યા (population genetics) અને ઉદ્વિકાસ (evolution) સાથે જોડે છે.

વસ્તી ચોક્કસ લક્ષણો ધરાવે છે જે વ્યક્તિગત સજીવમાં હોતા નથી. વ્યક્તિગત સજીવ જન્મે છે અને મૃત્યુ પણ પામે છે પરંતુ વસ્તી જન્મદર (birth rate) અને મૃત્યુદર (death rate) ધરાવે છે. વસ્તીમાં આ દર કમશઃ પ્રતિ વ્યક્તિ (માથા દીઠ-per capita) જન્મદર અને મૃત્યુદર ઉદ્ભવે છે. તેથી આ દરને વસ્તીના સભ્યોની સાપેક્ષ સંખ્યામાં થતા ફેરફાર (વધવું કે ઘટવું) સ્વરૂપે પ્રદર્શિત કરાય છે. અહીં એક ઉદાહરણ આપેલ છે. જો કોઈ તળાવમાં પાછલાં વર્ષમાં કમળના 20 છોડ હતા અને પ્રજનન દ્વારા 8 નવા છોડ ઉમેરાયા, જેથી વર્તમાન વસ્તી 28 થઈ જાય છે, તો આપણે જન્મદરને $8/20 = 0.4$ સંતતિ પ્રતિ કમળ પ્રતિ વર્ષ હિસાબથી ગણતરી કરીએ છીએ. જો પ્રયોગશાળામાં કુલ 40 ફળમાખીઓ (fruit flies)ની વસ્તીમાંથી 4 વ્યક્તિગત ફળમાખીઓ દર્શાવેલ ચોક્કસ સમયાંતરે - માની લો કે એક અઠવાડિયા દરમિયાન મૃત્યુ પામે છે, તો એ સમય દરમિયાન વસ્તીમાં મૃત્યુદર $4/40 = 0.1$ વ્યક્તિગત પ્રતિ ફળમાખી પ્રતિ અઠવાડિયા પ્રમાણે કહેવાશે.

વસ્તીનું બીજું વિશિષ્ટ લક્ષણ લિંગપ્રમાણ (sex ratio) એટલે કે નર કે માદાનું પ્રમાણ છે. વ્યક્તિગત સજીવ નર અથવા માદા બંનેમાંથી એક (either a male or a female) છે, પરંતુ તે વસ્તીનું લિંગપ્રમાણ હોય છે (જેમ કે વસ્તીના 60 % માદા છે અને 40 % નર છે).

કોઈ આપેલ સમયે વસ્તી જુદી-જુદી વયના વ્યક્તિગત સજીવોના સંગઠનથી બનેલી હોય છે. જો વસ્તી માટે વય-વિતરણ (આપેલ વય અથવા વયજૂથના વ્યક્તિગત સજીવોની ટકાવારી)ની રૂપરેખા દોરવામાં આવે છે, તેના પરિણામ સ્વરૂપ બનતી સંરચના વય પિરામિડ (age pyramid) કહેવાય છે (આકૃતિ 11.1). માનવવસ્તી માટે, વય-પિરામિડો સામાન્ય રીતે સંયુક્ત આલેખમાં નર અને માદાનું વય-વિતરણ દર્શાવે છે. પિરામિડોનો આકાર વસ્તીની વૃદ્ધિસ્થિતિ (દરજી-status) પ્રતિબિંબિત કરે છે : (a) કે એ વધી રહી છે, (b) સ્થાયી છે કે (c) ઘટી રહી છે.



આકૃતિ 11.1 : માનવવસ્તી માટે વય-પિરામિડોનું નિરૂપણ

વસ્તીનું કદ નિવાસસ્થાનમાં તેની સ્થિતિ વિશે આપણને ઘણુંબધું કહી જાય છે. વસ્તીમાં આપણી ઈચ્છા મુજબ ગમે તે પરિસ્થિતિકીય પ્રક્રિયાઓની શોધખોળ કે તપાસ કરીએ, પછી ભલે તે બીજી જાતિઓ સાથેની સ્પર્ધાનું પરિણામ હોય, પરભક્ષીનો પ્રભાવ હોય કે જંતુનાશક વપરાશ (pesticide application)ની અસર હોય, આપણે તેનું મૂલ્યાંકન હંમેશાં વસ્તીના કદમાં થતા કોઈ પરિવર્તનના સંદર્ભ (terms)માં જ કરીએ છીએ. પ્રકૃતિમાં, વસ્તીના કદની કોઈ પણ વર્ષમાં આટલી 10 થી પણ ઓછી સંખ્યા (કોઈ પણ વર્ષે ભરતપુરની જલપ્લવિત ભૂમિમાં સાઈબેરિયન સારસ) કે ખૂબ જ વધારે-લાખોમાં (તળાવમાં ક્લેમિડોમોનાસ) જઈ શકે છે. વસ્તીનું કદ, વધુ તકનીકી રીતે (technically) જોઈએ તો **વસ્તીગીચતા-population density** (Nના દરજ્જા તરીકે ઓળખાવાય છે) એ આવશ્યક નથી કે વસ્તીને માત્ર સંખ્યાની રીતમાં જ માપી શકાય. તેમ છતાં વસ્તીગીચતા (density)નું સૌથી વધુ યોગ્ય અને ઉચિત માપ સામાન્ય રીતે તેની કુલ સંખ્યા જ છે. કેટલાક કિસ્સાઓમાં તે અર્થહીન હોય છે અથવા તેનું નિર્ધારણ કરવું મુશ્કેલ હોય છે. કોઈ પણ વિસ્તારમાં જો 200 ગાજર ઘાસ (*Parthenium hysterophorus*)ના છોડ છે, પરંતુ એ જ વિસ્તારમાં વિસ્તૃત ઘટા ધરાવતું ફક્ત એકલું વિશાળ વટવૃક્ષ (banyan tree) પણ છે, તો એમ કહેવું પડે કે ગાજર ઘાસ ના પ્રમાણની સાપેક્ષે વટવૃક્ષની વસ્તીગીચતા ખૂબ જ ઓછી છે, એટલે કે એ સમાજમાં વટવૃક્ષની ગંજાવર ભૂમિકા (enormous role) અવગણવા બરાબર છે. આવા કિસ્સાઓમાં, આવરણની ટકાવારી (percent cover) કે જૈવભાર (biomass) એ વસ્તીના કદનું વધુ અર્થપૂર્ણ માપન છે. જો વસ્તી ખૂબ જ વિશાળ હોય અને ગણતરી અસંભવ છે કે ગણતરીમાં વધુ સમય લાગે એવો છે તો તેની કુલ સંખ્યા એ સરળતાથી અપનાવવા યોગ્ય માપન (adoptable measure) નથી. જો તમારી પાસે પ્રયોગશાળામાં પેટ્રીડિશમાં બેક્ટેરિયાનું ઘટ્ટ સંવર્ધન છે તો તેની ગીચતા જાણવાનું સર્વોત્તમ માપન કયું છે? ક્યારેક, ચોક્કસ પરિસ્થિતિકીય સંશોધનો (investigations) માટે નિરપેક્ષ (absolute) વસ્તીગીચતા જાણવાની આવશ્યકતા હોતી નથી; સાપેક્ષ ગીચતા (relative density)થી પણ આ ઉદ્દેશ (હેતુ-purpose)ની પૂર્તિ કરી યોગ્ય રીતે નિષ્પક્ષતાથી કામ ચલાવી લેવાય છે. દૃષ્ટાંત (instance) માટે, પ્રતિ પાશ (ગાળિયા-trap) દીઠ પકડવામાં આવેલી માછલીઓની સંખ્યા એ તળાવમાં તેની કુલ વસ્તીગીચતાનું સારું પર્યાપ્ત માપન છે. આપણે વાસ્તવિક રીતે (actually) ગણતરી કર્યા વગર કે તેને જોયા વગર પરોક્ષ રીતે (indirectly) વસ્તીના કદનો અંદાજ લગાવવાની મોટે ભાગે અનુસરણ (obliged) કરીએ છીએ. આપણાં રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો અને વાઘ આરક્ષણક્ષેત્રોમાં વાઘની વસ્તી-ગણતરી (census) ઘણી વાર તેનાં પગલાંની નિશાનીઓ તથા મળ ગુટિકાઓ (fecal pellets)ને આધારે થાય છે.

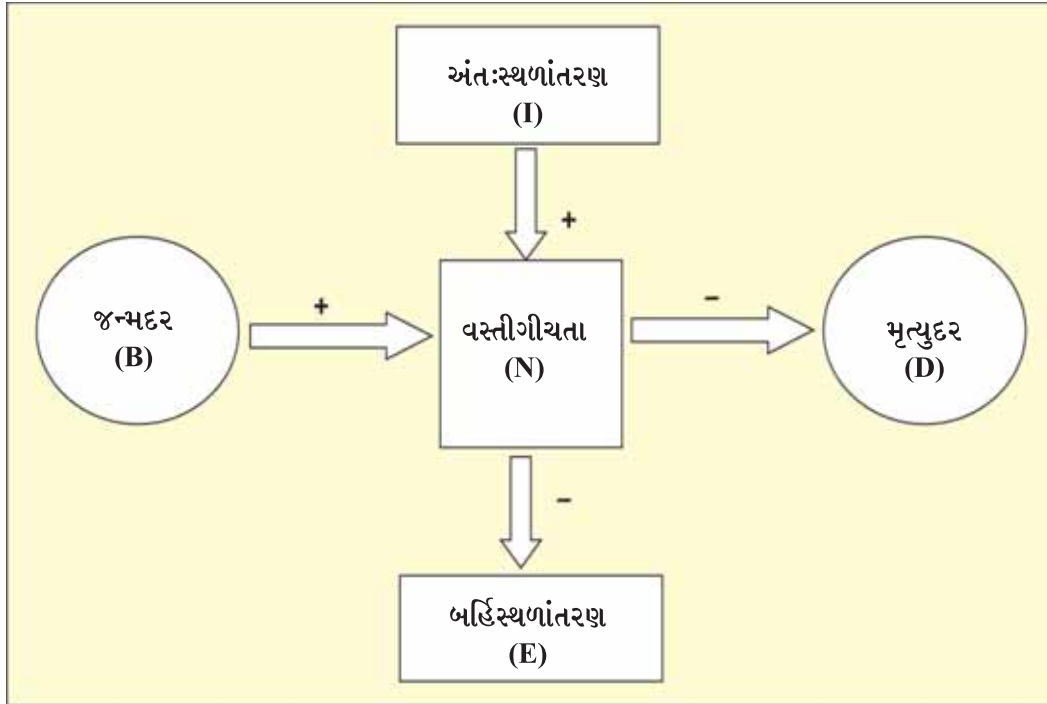
11.1.2 વસ્તીવૃદ્ધિ (Population Growth)

કોઈ પણ જાતિ માટે વસ્તીનું કદ એ સ્થિર માપદંડ (static parameter) નથી. તે સમયે-સમયે બદલાતું રહે છે, જે આહારની ઉપલબ્ધિ, પરભક્ષણ દબાણ અને વિપરિત હવામાન સમાવેશિત વિવિધ પરિબલો પર આધાર રાખે છે. વાસ્તવમાં, વસ્તીગીચતામાં થતા આ ફેરફારો આપણને વસ્તીમાં શું થઈ રહ્યું છે તેનો ખ્યાલ (વિચાર-idea) આપે છે-કે શું તે (વસ્તીગીચતા) વધી રહી છે કે ઘટી રહી છે. અંતિમ કારણ કોઈ પણ રહ્યું હોય, પરંતુ આપેલ સમય દરમિયાન, આપેલ નિવાસસ્થાનોમાં, વસ્તીની ગીચતા એ ચાર મૂળભૂત પ્રક્રિયાઓમાં ફેરફાર થવાને કારણે વધતી-ઘટતી રહે છે.



આ ચારમાંથી બે (જન્મદર અને અંતઃસ્થળાંતરણ) વસ્તીગીયતામાં વધારો કરવામાં તથા બે (મૃત્યુદર અને બહિઃસ્થળાંતરણ) તેમાં ઘટાડો કરવામાં ફાળો આપે છે.

- (i) **જન્મદર (Natality)** : વસ્તીમાં આપેલ સમયગાળા દરમિયાન જન્મની (જન્મ પામતા સજીવોની) એ સંખ્યા તરીકે ઉલ્લેખાય છે, જે આરંભિક ગીયતામાં ઉમેરો કરે છે.
- (ii) **મૃત્યુદર (Mortality)** : આપેલ સમયગાળા દરમિયાન વસ્તીમાં મૃત્યુની (મૃત્યુ પામતા સજીવોની) સંખ્યા છે.
- (iii) **અંતઃસ્થળાંતરણ (Immigration)** : એ જ જાતિના વ્યક્તિગત સજીવોની સંખ્યા વિચારણામાં લેવાય છે, જે આપેલ સમયગાળા દરમિયાન અન્ય જગ્યાએથી નિવાસસ્થાન (વસવાટ)માં પ્રવેશે છે.
- (iv) **બહિઃસ્થળાંતરણ (Emigration)** : વસ્તીના સજીવોની એ સંખ્યા વિચારણામાં લેવાય છે જે આપેલ સમયગાળા દરમિયાન નિવાસસ્થાન છોડીને બીજે ક્યાંક ચાલ્યા ગયા છે.



આકૃતિ 11.2

તેથી, જો t સમયે વસ્તીગીયતા N છે ત્યારે $t + 1$ સમયે તેની ગીયતા

$$N_{t+1} = N_t + [(B + I) - (D + E)] \text{ છે.}$$

તમે ઉપર આપેલ સમીકરણ (આકૃતિ 11.2)માં જોઈ શકો છો કે, જો જન્મ લેતા સજીવોની સંખ્યા અને અંતઃસ્થળાંતરિત સજીવોની સંખ્યા $(B + I)$ નો સરવાળો એ મૃત્યુ પામતા સજીવોની સંખ્યા અને બહિઃસ્થળાંતરિત સજીવોની સંખ્યા $(D + E)$ ના સરવાળા કરતાં વધારે હોય તો વસ્તીગીયતા વધશે, નહિતર તે ઘટી જશે. સામાન્ય પરિસ્થિતિમાં, જન્મ અને મૃત્યુ એ વસ્તીગીયતાને અસર કરતા સૌથી મહત્વપૂર્ણ પરિબળો છે, બીજાં બે પરિબળો ફક્ત વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિઓમાં જ મહત્વપૂર્ણ છે તેમ ધારણા કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે જો નિવાસસ્થાનની વસ્તી-વસાહતો હમણાં નવી જ બની છે (just being colonized), તો વસ્તીવૃદ્ધિમાં જન્મદર કરતાં અંતઃસ્થળાંતરિત સજીવોનો ફાળો વધુ નોંધપાત્ર (more significantly) હોય છે.



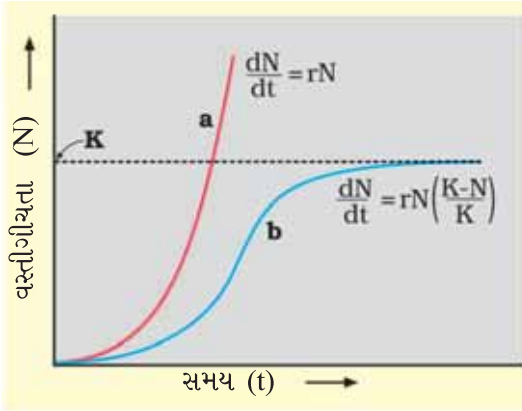
વૃદ્ધિ-નમૂનાઓ (Growth Models) : શું વસ્તીની વૃદ્ધિ સમયની સાથે કોઈ વિશિષ્ટ અને ભવિષ્ય ભાખવા યોગ્ય ભાત કે પ્રણાલિકા (predictable pattern) દર્શાવે છે ? આપણે આપણા દેશમાં નિરંકુશ (unbridled) માનવવસ્તી વૃદ્ધિ તથા તેના દ્વારા ઉદ્ભવતી સમસ્યાઓ વિશે ચિંતિત છીએ અને તેથી જ જો કુદરતમાં જુદી-જુદી વસ્તીઓ આ જ પ્રકારે વર્તે કે વૃદ્ધિ પર થોડો અંકુશ (restraint) દર્શાવે તો તે માટે આપણી જિજ્ઞાસા સ્વાભાવિક છે. વસ્તીવૃદ્ધિને કેવી રીતે નિયંત્રણમાં રાખી શકાય તેના વિશે કદાચ પ્રકૃતિ પાસેથી એકબે બોધપાઠ શીખી શકીએ છીએ.

(i) **ચરધાતાંકીય વૃદ્ધિ (Exponential Growth) :** કોઈ વસ્તીની અબાધિત વૃદ્ધિ (unimpeded growth) માટે સંસાધન કે સ્રોત (ખોરાક અને જગ્યા)ની ઉપલબ્ધિ દેખીતી રીતે આવશ્યક છે. આદર્શ રીતે, જ્યારે નિવાસસ્થાનમાં સંસાધનો કે સ્રોતો અમર્યાદિત હોય છે ત્યારે દરેક જાતિ તેની સંખ્યામાં વૃદ્ધિ કરવાની તેની જન્મજાત શક્તિનો સંપૂર્ણપણે અનુભવ કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે, જેવું કે ડાર્વિને (Darwin) જ્યારે પ્રાકૃતિક પસંદગીનો સિદ્ધાંત વિકસાવતા હતા ત્યારે અવલોકન કર્યું હતું, ત્યારે ચરધાતાંકીય કે ભૌમિતિક શૈલી (geometric fashion)માં વસ્તીવૃદ્ધિ હતી. જો N કદની વસ્તીમાં, જન્મદર (કુલ સંખ્યા નહિ પરંતુ પ્રતિ વ્યક્તિ જન્મ) હોય તો b રૂપે તથા મૃત્યુદર (પ્રતિ વ્યક્તિ મૃત્યુ) d ના રૂપે પ્રસ્તુત કરવામાં આવે છે, ત્યારે એકમ સમયઅવધિ t (dN/dt) દરમિયાન વધારો કે ઘટાડો નીચે પ્રમાણે થશે :

$$dN/dt = (b - d) \times N$$

અહીં માનો કે $(b-d) = r$ છે, ત્યારે

$$dN/dt = rN \text{ થશે.}$$



આકૃતિ 11.3 : વસ્તીવૃદ્ધિ વક્ર

(a) જ્યારે પ્રતિચાર વૃદ્ધિને સીમિત કરતો નથી ત્યારે આલેખ ચરધાતાંકીય છે. (b) જ્યારે પ્રતિચાર વૃદ્ધિને સીમિત કરે છે ત્યારે આલેખ સંભાવ્ય છે, (k) વહન-ક્ષમતા છે.

આ સમીકરણમાં ‘ r ’ પ્રાકૃતિક વૃદ્ધિનો આંતરિક દર (intrinsic rate of natural increase) કહેવાય છે તથા તેને વસ્તીવૃદ્ધિ પર કોઈ પણ જૈવિક કે અજૈવિક પરિબળની અસર (પ્રભાવ)ને નક્કી કરવા માટેના ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ માપદંડ માનવામાં આવે છે.

‘ r ’ મૂલ્યોના પરિમાણ (magnitude) વિશે તમને થોડોક ખ્યાલ આપવા ઉદાહરણ સ્વરૂપ નોર્વેના ઉંદરો (Norway rat) માટે ‘ r ’ = 0.015 છે તથા લોટમાં પડતી રાતી જીવાત (ધનેડા-flour beetle) માટે ‘ r ’ = 0.12 છે. 1981માં, ભારતમાં માનવવસ્તી માટે ‘ r ’નું મૂલ્ય 0.0205 હતું. વર્તમાન ‘ r ’ નું મૂલ્ય કેટલું છે તે શોધો. તેની ગણતરી માટે, તમને જન્મદર તથા મૃત્યુદરની જાણ હોવી જરૂરી છે.

ઉપર આપવામાં આવેલ સમીકરણ વસ્તીની ચરધાતાંકીય કે ભૌમિતિક વૃદ્ધિ ભાત વર્ણવે છે (આકૃતિ 11.3) તથા જ્યારે આપણે વસ્તીગીચતા (N)ને સમય (t)ની સાપેક્ષે આલેખિત કરીએ છીએ ત્યારે તેની ફલશ્રુતિએ J આકારનો વક્ર મળે છે, જો તમે મૂળભૂત કલન (ગણતરીની વિશિષ્ટ પદ્ધતિ)થી પરિચિત છો, તો તમે ચરધાતાંકીય વૃદ્ધિના સંકલિત સ્વરૂપને નીચે પ્રમાણે અલગ તારવી શકો છો :

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

જ્યાં

$$N_t = t \text{ સમય પછી વસ્તીગીચતા}$$

$$N_0 = \text{શૂન્ય સમયે વસ્તીગીચતા}$$

$$r = \text{પ્રાકૃતિક વધારાનો આંતરિક દર}$$

$$e = \text{પ્રાકૃતિક લઘુગુણકનો આધાર (2.71828)}$$

અમર્યાદિત સ્રોતની પરિસ્થિતિઓમાં ચરધાતાંકીય રીતે વૃદ્ધિ પામતી કોઈ પણ જાતિ ઓછા સમયમાં જ ખૂબ જ વિશાળ વસ્તીગીચતા સુધી પહોંચી જાય છે.



ડાર્વિને દર્શાવ્યું કે હાથી જેવું ધીમે વૃદ્ધિ પામતું પ્રાણી પણ તેની વસ્તી-ગીચતામાં રોક ન હોવા પર કે અંકુશના અભાવ (absence of checks)માં વિશાળ સંખ્યા સુધી પહોંચી શકે છે. ચરઘાતાંકીય રીતે વૃદ્ધિ કરવા પર વિશાળ વસ્તી કેવી રીતે ઝડપથી નિર્માણ પામે છે તેના નાટકીય ઢબે નમૂના રૂપ નિરૂપણ (dramatically demonstrate) વિશે નીચે પ્રમાણેનું લોકપ્રિય રમૂજી ટુચકું (anecdote) સાંભળ્યું છે.

રાજા અને પ્રધાન શતરંજની રમત (chess game) રમવા બેઠા. રમતની જીતનો વિશ્વાસ ધરાવતો રાજા, પ્રધાન દ્વારા સૂચિત કોઈ પણ શરત (bet) સ્વીકારવા તૈયાર હતો. પ્રધાને નમ્રતાપૂર્વક કહ્યું કે જો તે જીતી જશે તો, તે માત્ર થોડાક ઘઉંના દાણા (wheat grains) લેવાનું ઇચ્છશે, કે જેની માત્રા શતરંજના પટ (chess board) પર રહેલ ચોરસ ખાનાની સંખ્યા પ્રમાણે પ્રથમ ખાનામાં એક દાણો, જ્યારે બીજા ખાનામાં બે, ત્રીજા ખાનામાં ચાર અને ચોથા ખાનામાં આઠ દાણા અને આ પ્રકારે દરેક સમયે ઘઉંના દાણાની પાછલી માત્રાથી બેગણા કરતા રહી તે પછીનાં ખાનાઓમાં મૂકતા રહેવું કે જ્યાં સુધી બધાં જ 64 ખાનાં ભરાઈ ન જાય. રાજાએ મૂર્ખતાપૂર્ણ લાગતી શરત (seemingly silly bet) માની લીધી અને રમત શરૂ કરી, પરંતુ તેના (રાજાના) દુર્ભાગ્યવશ પ્રધાન જીતી ગયો. રાજાને લાગ્યું કે પ્રધાનની શરત પૂરી કરવી ખૂબ જ સરળ હતી. તેણે પહેલા ખાનામાં એક દાણો મૂકવાની શરૂઆત કરી અને પ્રધાનની સૂચન કરવામાં આવેલ પદ્ધતિ અનુસાર અન્ય ખાનાઓ આગળ ભરતો ગયો, પરંતુ શતરંજના પટ પર રહેલા અડધા ખાના ભરાવા સુધીમાં તો રાજાને સમજાઈ ગયું અને તેને ધ્રાસકો (ફાળ-dismay) પડ્યો કે તેના સંપૂર્ણ રાજ્યમાં ઉત્પાદિત બધા જ ઘઉં એકસાથે ખેંચી લાવીએ તોપણ બધાં 64 ખાનાઓ ભરવા અપૂરતા હશે. હવે નાના પેરામેશિયમ (Paramoecium) વિશે વિચારીએ જે ફક્ત એક વ્યક્તિગત સંખ્યાથી શરૂ કરી અને દ્વિભાજન (binary fission) દ્વારા દરેક દિવસે તેની સંખ્યામાં બેગણો વધારો કરતું રહે છે તથા કલ્પના કરો કે 64 દિવસોમાં તેનું વસ્તીકદ મગજને ચકરાવામાં નાંખી દે તેવું (mind-boggling) થઈ જશે (શરત એ છે કે અમર્યાદિત આહાર અને જગ્યા પ્રદાન થતી રહે).

- (ii) **સંભાવ્ય વૃદ્ધિ (Logistic Growth) :** પ્રકૃતિમાં કોઈ પણ વસ્તીની પાસે એટલા અમર્યાદિત સ્ત્રોતો નથી હોતા કે ચરઘાતાંકીય વૃદ્ધિ થતી રહે. તેના કારણે મર્યાદિત સ્ત્રોતો માટે વ્યક્તિગત સજીવો વચ્ચે હરીફાઈ થાય છે. આખરે, યોગ્યતમ વ્યક્તિગત સજીવ (fittest individual) જીવિત રહેશે તથા પ્રજનન કરશે. ઘણા દેશોની સરકારોને પણ આ હકીકત સમજાઈ છે અને માનવ વસ્તીવૃદ્ધિને મર્યાદિત કરવા માટે વિવિધ પ્રતિબંધો (restraints) દાખલ કર્યા છે. પ્રકૃતિમાં, આપેલ નિવાસસ્થાન (આવાસ)ની પાસે મહત્તમ સંભાવ્ય સંખ્યાના પાલનપોષણ માટે પૂરતા સ્ત્રોતો હોય છે, તેનાથી આગળ વધારે વૃદ્ધિ સંભવ નથી. એ નિવાસસ્થાનમાં એ જાતિ માટે આ મર્યાદાને પ્રકૃતિની વહનક્ષમતા-carrying capacity (K) તરીકે ચાલો આપણે માની લઈએ.

કોઈ પણ નિવાસસ્થાનમાં મર્યાદિત સ્ત્રોતોની સાથે વૃદ્ધિ પામતી વસ્તી શરૂઆતમાં ધીમી વૃદ્ધિ-અવસ્થા (lag phase) દર્શાવે છે, ત્યાર બાદ તેને અનુસરી ઝડપી વૃદ્ધિ-અવસ્થા (acceleration phase) તથા મંદ વૃદ્ધિ-અવસ્થા (deceleration phase) અને છેવટે સ્થાયી (અનંતસ્પર્શી-asymptote) વૃદ્ધિ-અવસ્થાઓ આવે છે, જ્યારે વસ્તીગીચતા તેની વહન-ક્ષમતા સુધી પહોંચી જાય છે ત્યારે વસ્તીગીચતા (N)ને સમય (t)ની સાપેક્ષે આલેખિત કરતાં તેની ફલશ્રુતિએ સિગ્મોઈડ-S-આકારનો વક્ર મળે છે. આ પ્રકારની વસ્તીવૃદ્ધિને વિર્હુસ્ટ-પર્લ સંભાવ્ય વૃદ્ધિ-Verhulst-Pearl Logistic Growth (આકૃતિ 11.3) કહે છે અને તે નીચેના સમીકરણ દ્વારા વર્ણવિત છે :

$$dN/dt = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$



જ્યાં $N = t$ સમયે વસ્તીગીચતા

r = પ્રાકૃતિક વધારાનો આંતરિક દર

K = વહનક્ષમતા (carrying capacity)

મોટા ભાગની પ્રાણી-વસ્તીઓમાં વૃદ્ધિ માટે સ્રોતો (સંસાધનો) મર્યાદિત (finite) છે અને જલદીથી કે પછીથી મર્યાદિત (limiting sooner or later) થવા વાળા હોય છે. આથી સંભાવ્ય વૃદ્ધિ મોડેલને વધુ વાસ્તવિક મોડેલ (realistic model) માનવામાં આવે છે.

સરકારી વસ્તીગણતરી પ્રમાણે ભારત માટે પાછલાં 100 વર્ષોના વસ્તીઆંકડા એકત્રિત કરો, તેને આલેખિત કરો અને તપાસ કરો કે કઈ વૃદ્ધિ ભાત (pattern)નો નમૂનો સ્પષ્ટ થાય છે ?

11.1.3 જીવન-વૃત્તાંત વિવિધતાઓ (Life History Variation)

વસ્તી જે નિવાસસ્થાનમાં રહે છે તેમાં પોતાની મહત્તમ પ્રજનનયોગ્યતા, જેને ડાર્વિનિયન યોગ્યતા (ઉંચા r મૂલ્યની યોગ્યતા) પણ કહેવામાં આવે છે તે માટે વિકસિત હોય છે. ખાસ પ્રકારના પસંદગી દબાણને વશ, સજીવો ઉત્તમ કાર્યદક્ષ પ્રાજનનિક પ્રયુક્તિ તરફ વિકાસ કરે છે. કેટલાક સજીવો તેમના જીવનકાળમાં ફક્ત એક જ વાર પ્રજોત્પત્તિ કરે છે - પ્રશાંત મહાસાગરની સાલ્મન માછલી અને વાંસ (Pacific salmon fish and bamboo), જ્યારે અન્ય સજીવો પોતાના જીવનકાળ દરમિયાન ઘણી વાર પ્રજનન કરે છે - મોટા ભાગનાં પક્ષીઓ અને સસ્તનો (most birds and mammals). કેટલાક ઘણી સંખ્યામાં નાના કદની સંતતિઓ ઉત્પન્ન કરે છે - છીપ અને ગહન સામુદ્રિક માછલીઓ (Oysters and pelagic fishes) જ્યારે અન્ય ઓછી સંખ્યામાં મોટા કદની સંતતિઓ ઉત્પન્ન કરે છે - પક્ષીઓ અને સસ્તનો (birds and mammals). તેથી, મહત્તમ યોગ્યતા માટે કોણ ઈચ્છનીય છે ? પરિસ્થિતિવિદો સૂચવે છે કે સજીવોનાં જીવન-વૃત્તાંત લક્ષણો એ તેઓ જે નિવાસસ્થાનમાં રહે છે તેના જૈવિક અને અજૈવિક ઘટકો દ્વારા લાદવામાં આવેલ પ્રતિબંધોની સાપેક્ષમાં વિકસિત થાય છે. વિવિધ જાતિઓમાં જીવન-વૃત્તાંત લક્ષણોનો ઉદ્વિકાસ વર્તમાન સમયમાં સંશોધનનું મહત્વપૂર્ણ ક્ષેત્ર છે અને પરિસ્થિતિવિદો દ્વારા સંશોધનો હાથ ધરાયેલાં છે.

11.1.4 વસ્તી આંતરક્રિયાઓ (Population Interactions)

શું તમે પૃથ્વી પર કોઈ એવા પ્રાકૃતિક નિવાસસ્થાન વિશે વિચારી શકો છો કે જ્યાં ફક્ત એક જ જાતિનો વસવાટ હોય ? એવું કોઈ નિવાસસ્થાન છે જ નહિ અને તેથી આવી કોઈ પરિસ્થિતિ અકલ્પનીય છે. કોઈ પણ જાતિ માટે, ન્યૂનતમ આવશ્યકતા એક વધુ જાતિની છે કે જેને તે ખોરાક તરીકે લઈ શકે. વનસ્પતિજાતિઓ પણ પોતાનો ખોરાક જાતે બનાવે છે, પરંતુ તેઓ એકલી જીવી શકતી નથી; જમીનમાં કાર્બનિક દ્રવ્યોને તોડવા તથા અકાર્બનિક પોષકોને તેના શોષણ માટે પાછા આપવા ભૂમિના સૂક્ષ્મ જીવોની તેને જરૂર પડે છે અને ત્યાર પછી, પ્રાણી સભ્ય વગર વનસ્પતિ પરાગનયનની વ્યવસ્થા કેવી રીતે કરશે ? તે સ્પષ્ટ છે કે કુદરતમાં પ્રાણીઓ, વનસ્પતિઓ અને સૂક્ષ્મજીવો ન તો અલગ રહે છે ન તો રહી શકે છે, પરંતુ જૈવસમુદાય બનાવવા માટે વિવિધ રીતે આંતરક્રિયાઓ કરે છે. ન્યૂનતમ સમુદાયોમાં પણ, ઘણાં પરસ્પર અસરકર્તા જોડાણો (સહલગ્નતાઓ કે અનુબંધતાઓ) હોય છે, તેમ છતાં બધાં જોડાણો સહેલાઈથી જોઈ શકાતાં નથી.

આંતરજાતીય આંતરક્રિયાઓ (પારસ્પરિક ક્રિયાઓ) બે જુદી-જુદી જાતિઓની વસ્તીની આંતરક્રિયા (પારસ્પરિક ક્રિયા)થી ઉદ્ભવે છે. તે ક્રિયાઓ એક જાતિ કે બંને જાતિઓ માટે લાભકારી, હાનિકારક કે તટસ્થ (ન લાભકારી કે ન હાનિકારક) હોઈ શકે છે. લાભદાયક આંતરક્રિયાઓ માટે ‘+’ ચિહ્ન, હાનિકારક માટે ‘-’ ચિહ્ન તથા તટસ્થ માટે ‘0’ ચિહ્નની નિશાની કરેલ છે. તો ચાલો, આંતરજાતીય આંતરક્રિયાઓનાં બધાં શક્ય પરિણામો પર નજર કરીએ (કોષ્ટક 11.1).



કોષ્ટક 11.1 : વસ્તી આંતરક્રિયાઓ

જાતિ A	જાતિ B	આંતરક્રિયાઓનું નામ
+	+	સહોપકારિતા (mutualism)
-	-	સ્પર્ધા (competition)
+	-	પરભક્ષણ (predation)
+	-	પરોપજીવન (parasitism)
+	0	સહભોજિતા (commensalism)
-	0	પ્રતિજીવન (amensalism)

એકબીજા સાથેની પારસ્પરિક ક્રિયાઓમાં-સહોપકારિતામાં બંને જાતિઓને લાભ થાય છે અને સ્પર્ધામાં બંનેને નુકસાન થાય છે. પરોપજીવન અને પરભક્ષણ બંનેમાં ફક્ત એક જ જાતિને લાભ થાય છે (અનુક્રમે પરોપજીવી અને પરભક્ષીને) તથા પારસ્પરિક ક્રિયા બીજી જાતિ (અનુક્રમે યજમાન અને શિકાર) માટે નુકસાનકારક હોય છે. એવી પારસ્પરિક ક્રિયા કે જ્યાં એક જાતિને લાભ થાય છે અને બીજીને ન તો લાભ થાય છે કે ન તો હાનિ, તેને સહભોજિતા કહે છે. જ્યારે બીજી બાજુ, પ્રતિજીવનમાં એક જાતિને હાનિ થાય છે જ્યારે બીજી જાતિ અપ્રભાવિત (અસર વગરની) રહે છે. પરભક્ષણ, પરોપજીવન અને સહભોજિતા આ ત્રણેયની એક સામાન્ય વિશેષતા એ છે કે, પારસ્પરિક ક્રિયા કરવાવાળી જાતિઓ નજીકથી એકસાથે જ રહે છે.

- (i) **પરભક્ષણ (Predation) :** જો કોઈ સમુદાયમાં વનસ્પતિઓને ખાવા માટે પ્રાણી જ ન હોય તો સ્વયંપોષી સજીવો દ્વારા સ્થાપન કરવામાં આવેલી એ બધી ઊર્જાનું શું થાય ? પરભક્ષણને તમે પ્રકૃતિની એવી રીત વિચારી શકો છો કે જેમાં વનસ્પતિઓ દ્વારા સ્થાપિત કરવામાં આવેલી ઊર્જા ઉચ્ચ પોષક સ્તરોએ સ્થાનાંતરિત થાય છે. જ્યારે આપણે પરભક્ષી અને શિકાર (ભક્ષક અને ભક્ષ્ય-predator and prey) વિશે વિચારીએ છીએ ત્યારે કદાચ વાઘ (tiger) અને હરણ (deer)નું ઉદાહરણ સહેજે જ આપણા મગજમાં આવે છે, પરંતુ કોઈ પણ બીજાને ખાનાર ચકલી (sparrow) પણ પરભક્ષીથી ઓછી નથી. તેમ છતાં વનસ્પતિઓને ખાવાવાળાં પ્રાણીઓને તૃણાહારીઓ (શાકાહારીઓ)ના રૂપે અલગ રીતે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે, પરંતુ તેઓ વ્યાપક પરિસ્થિતિકીય સંદર્ભમાં પરભક્ષીઓથી વધારે અલગ નથી.

પોષક સ્તરો સુધી ઊર્જા સ્થાનાંતરિત કરવા માટે સળંગ માર્ગ રચ્યા સિવાય, પરભક્ષીઓ એક બીજી મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકાઓ પણ ભજવે છે. તેઓ શિકાર વસ્તીને નિયંત્રણમાં રાખે છે. પરંતુ જો પરભક્ષીઓ ન હોય તો શિકારજાતિઓની વસ્તીગીચતા ખૂબ જ વધારે થઈ જાય અને નિવસનતંત્રમાં અસ્થિરતા (instability) આવી જાય. જ્યારે કોઈ ભૌગોલિક ક્ષેત્રમાં કેટલીક વિદેશી જાતિઓ (exotic species) લાવવામાં આવે છે તો તેઓ આક્રમક થઈ જાય છે અને ઝડપથી ફેલાઈ (પ્રસરાઈ) જાય છે; કારણ કે અતિક્રમણ પામેલ ભૂમિ (invaded land)માં તેના કુદરતી પરભક્ષીઓ નથી હોતા. 1920ની શરૂઆતમાં ઓસ્ટ્રેલિયા (Australia)માં લાવવામાં આવેલ ફાફડાથોરે (prickly pear cactus) ત્યાં લાખો હેક્ટર પ્રક્ષેત્ર (rangeland)માં ઝડપથી ફેલાઈને તબાહી (havoc) મચાવેલી. છેવટે, ફાફડાથોર ખાનાર પરભક્ષી (એક પ્રકારનું ફૂદુ-moth)ને તેના પ્રાકૃતિક આવાસ ઓસ્ટ્રેલિયા લાવવામાં આવ્યા પછી જ આક્રમક (invasive) ફાફડાથોરને નિયંત્રિત કરી શકાયા. કૃષિજંતુ (agricultural pest)ના નિયંત્રણમાં અપનાવવામાં આવેલ જૈવિક નિયંત્રણ પદ્ધતિઓ (Biological control methods) શિકારની વસ્તીનું નિયમન કરવાની પરભક્ષીની ક્ષમતા પર આધારિત છે.



પરભક્ષીઓ, સ્પર્ધા કરતી (સ્પર્ધક) શિકાર જાતિઓની વચ્ચે સ્પર્ધાની તીવ્રતા ઓછી કરીને કોઈ સમુદાયમાં જાતિઓની વિવિધતા જાળવી રાખવામાં પણ મદદરૂપ છે. અમેરિકાના પ્રશાંત મહાસાગરિય કિનારા (American Pacific Coast)ના પથરાળ (ખડકાળ-rocky) આંતરજીવાણિય (ભરતીયુક્ત-intertidal) વિસ્તારના સમુદાયોમાં તારામાછલીની એક જાતિ પાઈસેસ્ટર (starfish pisaster) એક મહત્વપૂર્ણ પરભક્ષી છે. પ્રયોગશાળાની બહાર કરવામાં આવેલ એક ક્ષેત્ર પ્રયોગમાં જ્યારે એકબંધ આંતરજીવાણિય ક્ષેત્રમાંથી બધી તારામાછલીઓ દૂર કરવામાં આવી તો આંતરજાતીય સ્પર્ધાના કારણે એક વર્ષમાં જ અપૃષ્ઠવંશીઓની દસ કરતાં પણ વધારે જાતિઓ વિલુપ્ત (extinct) થઈ ગઈ.

જો પરભક્ષી ખૂબ જ વધારે કાર્યદક્ષ (too efficient) છે તથા તેના શિકારનું અતિશોષણ (overexploits) કરે છે ત્યારે બની શકે છે કે શિકાર વિલુપ્ત થઈ જાય અને ત્યાર બાદ તેને અનુસરતાં ખોરાકના અભાવથી પરભક્ષી પણ વિલુપ્ત થઈ જશે. આ જ કારણ છે કે કુદરતમાં પરભક્ષીઓ શા માટે સમજદાર (prudent) છે. પરભક્ષણના પ્રભાવને ઓછો કરવા માટે શિકાર જાતિઓએ વિવિધ સ્વરક્ષણ (defenses) કેળવી લીધું છે. કીટકો અને દેડકાઓ (insects and frogs)ની કેટલીક જાતિઓ પરભક્ષી દ્વારા સહેલાઈથી ઓળખાઈ જવાથી બચવા માટે રહસ્યમય રીતે રંગીન-cryptically coloured (રંગઅનુકૂત-camouflaged) હોય છે. કેટલીક શિકાર જાતિઓ ઝેરી (poisonous) હોય છે અને તેથી પરભક્ષીઓ તેમને ટાળી દે છે કે ખાતા નથી. મોનાર્ક પતંગિયું (Monarch butterfly) તેના શરીરમાં વિશેષ રસાયણ હોવાના કારણે તે પોતાના પરભક્ષી (પક્ષી) માટે ખૂબ જ અરુચિકર (distasteful), એટલે કે સ્વાદમાં ખરાબ છે. રસપ્રદ રીતે, પતંગિયું આ રસાયણને પોતાની ઈયળ-અવસ્થા (કેટરપિલર-caterpillar stage)માં ઝેરી નિંદણના આહાર દ્વારા મેળવે છે.

વનસ્પતિઓ માટે, તૃણાહારી પ્રાણીઓ પરભક્ષીઓ છે. કુલ કીટકોના લગભગ 25 % જેટલા કીટકો વનસ્પતિભક્ષી (phytophagous) છે (તેઓ વનસ્પતિ રસ અને વનસ્પતિઓના અન્ય ભાગો ખાય છે). વનસ્પતિઓ માટે આ સમસ્યા ખાસ કરીને ગંભીર (severe) છે, કારણ કે તેઓ તેમના પરભક્ષીઓથી દૂર ભાગી શકતા નથી જેમ કે પ્રાણીઓ આવું કરી શકે છે. આ માટે વનસ્પતિઓએ તૃણાહારીઓ સામે રક્ષણ માટે આશ્ચર્યજનક (astounding) વિવિધ બાહ્યઆકારકીય અને રાસાયણિક સંરક્ષણ ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરી લીધી છે. રક્ષણના સૌથી સામાન્ય બાહ્ય આકારકીય સાધન કાંટા (બાવળ-Acacia, થોર-Cactus) છે. ઘણી વનસ્પતિઓ આવાં રસાયણો ઉત્પન્ન કરે છે અને સંગ્રહ પણ કરે છે, જ્યારે તૃણાહારીઓ ખાય છે ત્યારે તેઓને બીમાર (sick) કરી દે છે. આહાર કે પાચનને અવરોધે (inhibit) છે, તેમના પ્રજનનને ભંગ (disrupt) કરે છે કે તેમને મારી (kill) પણ નાંખે છે. તમે ખેડાણવાયક ન હોય તેવાં ખેતરો (વેરાન ક્ષેત્રોમાં-abandoned fields)માં નિંદણ સ્વરૂપે ઊગેલ આકટો (Calotropis) જોયો હશે. આ છોડ અતિ ઝેરી હૃદયને ઉત્તેજિત કરતું ગ્લાયકોસાઈડ (highly poisonous cardiac glycosides) રસાયણ ઉત્પન્ન કરે છે અને આના કારણે જ તમે ક્યારેય પણ કોઈ ચરતા પશુ કે બકરી (browsing cattle or goats)ને આ વનસ્પતિને ચરતાં જોઈ નહિ હોય. રાસાયણિક પદાર્થોની વ્યાપક વિવિધતા જે આપણે વનસ્પતિઓમાંથી વ્યાપારિક ધોરણે (commercial) નિત્કર્ષિત કરીએ છીએ (નિકોટિન-nicotine, કેફિન-caffeine, ક્વિનાઈન-quinine, સ્ટ્રીકનાઈન-strychnine, ઓપિયમ-opium વગેરે). તેઓ વનસ્પતિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. વાસ્તવમાં આ રસાયણો ચરતાં પ્રાણીઓથી બચવા માટેનું સ્વરક્ષણ છે.

- (ii) **સ્પર્ધા (Competition) :** જ્યારે ડાર્વિને પ્રકૃતિમાં અસ્તિત્વ માટે જીવનસંઘર્ષ (struggle for existence) અને યોગ્યતમની ચિરંજીવિતા (survival of fittest) વિશે કહ્યું ત્યારે તેમણે નક્કી કર્યું હતું કે કાર્બનિક ઉદ્વિકાસ (organic evolution)માં આંતરજાતીય હરીફાઈ એક શક્તિશાળી બળ (potent force) છે. સામાન્યતઃ એ માનવામાં આવે છે કે, સ્પર્ધા ત્યારે જ થાય છે જ્યારે નજીકની સંબંધિત જાતિઓ એક જ સરખા સ્રોતો માટે હરીફાઈ (સ્પર્ધા) કરે છે જે મર્યાદિત છે, પરંતુ તે સંપૂર્ણપણે સાચું નથી. પહેલી વાત તો એ છે કે સંબંધિત ન હોય તેવી જાતિઓ પણ એક જ સરખા સ્રોતો માટે સ્પર્ધા કરી શકે છે. દષ્ટાંત માટે, દક્ષિણ અમેરિકાનાં કેટલાંક છીછરાં તળાવો (shallow south american lakes)માં મુલાકાત લેતા આગંતુક સુરખાબ (ફ્લેમિંગો-flamingo) અને ત્યાંની સ્થાનિક આવાસી માછલીઓ (resident fishes) તેમના સામાન્ય ખોરાક પ્રાણીપ્લવકો (zooplanktons) માટે તળાવમાં સ્પર્ધા કરે છે.



બીજી વાત એ છે કે સ્પર્ધાના સ્રોતોનું મર્યાદિત હોવું આવશ્યક નથી; દબલગીરીની સ્પર્ધા (interference competition)માં, એક જાતિની ખોરાક લેવાની કાર્યદક્ષતા (feeding efficiency) બીજી જાતિની દબલયુક્ત અને અવરોધક હાજરી (interfering and inhibitory presence)ને કારણે ઘટી શકે છે. ભલે એ સ્રોતો (ખોરાક અને જગ્યા-food and space) વિપુલ માત્રામાં ઉપલબ્ધ હોય. તેથી, સ્પર્ધાને એક એવી પ્રક્રિયારૂપે સારી રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે કે જેમાં એક જાતિની યોગ્યતા (વૃદ્ધિના આંતરિક દર r ના અર્થમાં તેનું માપન) બીજી જાતિની હાજરીમાં નોંધપાત્ર રીતે (significantly) ઘટી જાય છે. પ્રયોગશાળામાં કરવામાં આવેલ પ્રયોગોમાં તેની સરખામણીનું સરળતાથી નિદર્શન કરાય છે, જેવું કે ગોસે (Gause)એ અને બીજા પ્રયોગાત્મક પરિસ્થિતિવિદોએ કર્યું, જ્યારે સ્રોતો મર્યાદિત હોય, તો સ્પર્ધાત્મક રીતે ઉત્તમ જાતિઓ છેવટે બીજી જાતિઓને દૂર કરી દેશે (competitively superior species will eventually eliminate the other species), પરંતુ કુદરતમાં આ પ્રકારના સ્પર્ધાત્મક બહિષ્કાર (exclusion) માટેના પુરાવા (evidence) હંમેશાં નિર્ણાયક નથી હોતા. કેટલાક કિસ્સાઓમાં ઠોસ અને સ્વીકાર્ય પરિસ્થિતિજન્ય સાંયોગિક પુરાવા (strong and persuasive circumstantial evidence) મળે તો છે. ગેલોપેગોસ બરફના ટાપુમાં એબિંગડન કાચબો (Abingdon tortoise in Galapagos Island) ત્યાં બકરીઓ લાવ્યા બાદ એક દાયકામાં જ વિલુપ્ત થઈ ગયો, દેખીતી રીતે બકરીઓની મહત્તમ ચરણદક્ષતા (greater browsing efficiency)ને કારણે જ. પ્રકૃતિમાં સ્પર્ધા થવાનો બીજો પુરાવો સ્પર્ધાત્મક મુક્તિ (સ્પર્ધામોચન-competitive release) છે. હરીફરૂપે ઉત્તમ જાતિની હાજરીના કારણે જે જાતિનું વિતરણ નાના ભૌગોલિક વિસ્તારો પૂરતું પ્રતિબંધિત થઈ ગયું છે, તે સ્પર્ધાજાતિને પ્રયોગાત્મક રીતે દૂર કરી દેવાથી તેનો વિતરણ-વિસ્તાર નાટકીય રીતે (dramatically) ફેલાઈ જાય છે. કાનેલના લાવણ્યમયી ક્ષેત્રપ્રયોગો (Connell's elegant field experiments) એ દર્શાવ્યું કે સ્કોટલેન્ડના પથરાળ સમુદ્રતટ (rocky sea coast of Scotland) પર મોટા અને સ્પર્ધી રૂપે ઉત્તમ બાર્નેકલ (બેલેનસ-Balanus)ની આંતરજીવાણિય ક્ષેત્રમાં પ્રભાવિતા છે તથા તેને નાના બાર્નેકલ (ચેથેમેલસ-Chathamalus)ને તે ક્ષેત્રમાંથી ખસેડી દીધા. સામાન્ય રીતે, માંસાહારીઓ કરતાં તૃણાહારીઓ અને વનસ્પતિઓ હરીફાઈ દ્વારા વધુ પ્રતિકૂળ રીતે અસરકારક (adversely affected) જણાય છે.

ગોસનો સ્પર્ધક નિષેધ નિયમ (Gause's Competitive Exclusion Principle) એ જણાવે છે કે, એક જ પ્રકારના સ્રોતો માટે સ્પર્ધા કરવાવાળી બે નજીકની સંબંધિત જાતિઓ અનંતકાળ (indefinitely) સુધી સાથે-સાથે રહી શકતી નથી કે સહઅસ્તિત્વ (co-exist) ધરાવતી નથી અને અંતે સ્પર્ધારૂપે નિમ્ન (ઊતરતી-inferior) જાતિને વિલુપ્ત કરી દેવામાં આવશે. એવું ત્યારે જ સાચું થશે કે જ્યારે સ્રોતો મર્યાદિત હશે અન્યથા નહિ. સ્પર્ધા વિશેનો વધુ વર્તમાન અભ્યાસ એ આવી કુલ સર્વમાન્યતા (generalization)ની સહાય કરતો નથી ત્યારે તેઓ પ્રકૃતિમાં આંતરજાતીય સ્પર્ધા થવાના નિયમને નકારતા નથી, પણ તેઓ એ તરફ ધ્યાન ખેંચે છે કે, સ્પર્ધાનો સામનો કરવાવાળી જાતિઓ આવી ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરી શકે છે. જો નિષેધ (બહિષ્કાર) સિવાય તેના સહઅસ્તિત્વને પ્રોત્સાહન આપે તો. આવી એક ક્રિયાવિધિ 'સ્રોત વિભાજન' (resource partitioning) છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો બે જાતિઓ એક જ સ્રોત માટે સ્પર્ધા કરે છે તો તેઓ ખોરાક માટે અલગ-અલગ સમય અથવા અલગ ચારણકૌશલ્યો (foraging patterns) પસંદ કરીને સ્પર્ધાથી બચી શકે છે. મેક આર્થરે (Mac Arthur) દર્શાવ્યું કે એક જ ઝાડ પર રહેતી ફુદકીઓ (ગાનાર કે ટહુકનાર પક્ષીઓ-warblers)ની પાંચ નજીકની સંબંધિત જાતિઓ સ્પર્ધાથી બચવા માટે સફળ રહી અને વૃક્ષ પર કીટકોનો શિકાર શોધવાની તેમની ચારણ-પ્રવૃત્તિઓમાં વ્યાવહારિક ભિન્નતાઓ (behavioural differences in foraging activities)ના કારણે સાથે-સાથે રહી શકી.

- (iii) **પરોપજીવન (Parasitism)** : એમ માનીએ છીએ કે, જીવનનો પરોપજીવી પ્રકાર (રીત) એ રહેવાની અને ખાવાની બિનખર્ચાળ વ્યવસ્થાની ખાતરી આપે છે, (ensures free lodging and meals) તો એ આશ્ચર્યની વાત નથી કે પરોપજીવન એ વનસ્પતિઓથી લઈ ઉચ્ચ કક્ષાના પૃષ્ઠવંશીઓ સુધી આટલા ઘણા વર્ગીકરણીય સમૂહમાં વિકસિત થયું છે.



ઘણા પરોપજીવીઓ એ વિશિષ્ટ યજમાન (host-specific)ની જાતિઓ પ્રમાણે વિકસિત થયા છે (એ પરોપજીવી કે જેઓ યજમાનની ફક્ત એક જ જાતિ પર પરોપજીવી જીવન ગુજારે છે). આ પ્રકારે યજમાન અને પરોપજીવી બંને સાથે જ વિકસિત થાય છે; એટલે કે જો યજમાન એ પરોપજીવીનો અસ્વીકાર કરવા કે પ્રતિકાર કરવા (rejecting or resisting) માટેની ખાસ ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરે છે તો એક જ યજમાન જાતિની સાથે સફળ થવા માટે, પરોપજીવીએ તેની (યજમાનની) ક્રિયાવિધિને નિષ્ફળ તથા બિનઅસરકારક (counteract and neutralize) કરવા માટેની ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરવી પડશે. તેમની જીવનશૈલી (life style)ને અનુરૂપ પરોપજીવીઓએ વિશેષ અનુકૂળનો વિકસિત કર્યા છે જેવા કે જરૂર ન હોય તેવાં સંવેદી અંગો ગુમાવવા (loss of unnecessary sense organs), યજમાનથી ચોંટી રહેવા માટે ગુંદરિય અંગો કે ચૂષકોની હાજરી (presence of adhesive organs or suckers to cling on to the host), પાચનતંત્રનો લોપ તથા ઉચ્ચ પ્રજનન-ક્ષમતા (loss of digestive system and high reproductive capacity). પરોપજીવીનું જીવનચક્ર ઘણી વાર જટિલ હોય છે જેમાં એક કે બે મધ્યસ્થ યજમાનો કે વાહકો (intermediate host or vectors) સામેલ હોય છે જે તેના પ્રાથમિક યજમાનના પરોપજીવણ (parasitisation)ને સુલભ (સાનુકૂળ-facilitate) બનાવે છે. માનવચક્રિત કૃમિ (ટ્રીમેટોડ પરોપજીવી- a trematode parasite) તેના જીવનચક્રને પૂર્ણ કરવા માટે બે મધ્યસ્થ યજમાનો (ગોકળ ગાય અને માછલી-a snail and a fish) પર આધાર રાખે છે. મેલેરિયા પરોપજીવીને બીજા યજમાનો પર ફેલાવા (પ્રસારવા-spread) માટે રોગવાહક (મચ્છર-mosquito)ની આવશ્યકતા રહે છે. મોટા ભાગના પરોપજીવીઓ, યજમાનને નુકસાન પહોંચાડે છે; તેઓ યજમાન (પરપોષી)ની ઉત્તરજીવિતા (ચિરંજીવિતા-survival), વૃદ્ધિ (growth) અને પ્રજનન (reproduction)માં ઘટાડો કરી શકે છે તથા તેની વસ્તીગીચતાને પણ ઘટાડી શકે છે. તેઓ યજમાનને શારીરિક રીતે કમજોર (physically weak) બનાવીને, પરભક્ષણ માટે વધુ અસુરક્ષિત (more vulnerable) બનાવી શકે છે. શું તમે એવું માનો છો કે, એક આદર્શ પરોપજીવી (ideal parasite)એ, યજમાનને હાનિ પહોંચાડ્યા સિવાય વૃદ્ધિ પામવા સક્ષમ થવું જોઈએ ? ત્યારે પ્રાકૃતિક પસંદગીએ આવા સંપૂર્ણ રીતે હાનિકારક (totally harmless) પરોપજીવીઓનો વિકાસ શા માટે નથી કર્યો ?

યજમાન સજીવની બાહ્ય સપાટી પર આહારપૂર્તિ માટે આધાર રાખતા પરોપજીવીઓને બાહ્ય પરોપજીવીઓ (ectoparasites) કહેવાય છે. તેનું પ્રસિદ્ધ ઉદાહરણ મનુષ્યો પર જૂ (lice)નો સમૂહ અને કૂતરાઓ પર બગાઈઓ (ticks) છે. ઘણી સામુદ્રિક માછલીઓ બાહ્ય પરોપજીવી અરિત્રપાદ (કોપેપોડ્સ-copepods) દ્વારા અસરગ્રસ્ત થાય છે. અમરવેલ (Cuscuta) એક પરોપજીવી વનસ્પતિ છે જે સામાન્યતઃ વાડ (hedge)માં ઊગતી વનસ્પતિઓ પર વૃદ્ધિ કરે છે. ઉદ્વિકાસ દરમિયાન તેને હરિતદ્રવ્ય અને પર્ણો (chlorophyll and leaves) ગુમાવી દીધાં છે. તે યજમાન વનસ્પતિમાંથી તેનું પોષણ મેળવે છે કે જે તેનું પરોપજીવીપણું છે. માદા મચ્છરને પરોપજીવી માનવામાં આવતો નથી, તેમ છતાં પ્રજનન માટે તેને આપણા લોહીની જરૂર પડે છે. શું તમે સમજાવી શકો છો કે શા માટે ?

તેની વિરુદ્ધમાં, અંતઃપરોપજીવીઓ (endoparasites) એવા છે કે જેઓ યજમાન સજીવનાં શરીરમાં વિવિધ સ્થાનો (યકૃત-liver, મૂત્રપિંડ-kidney, ફેફસાં-lungs, લાલ રુધિર કોષો-red blood cells વગેરે)એ રહે છે. તેમનાં અત્યંત વિશિષ્ટીકરણ (extreme specialization)ને કારણે અંતઃપરોપજીવીઓનું જીવનચક્ર ખૂબ જ જટિલ (more complex) છે. તેમના બાહ્યઆકારકીય અને અંતઃસ્થરચનાકીય લક્ષણો અત્યાધિક સરળ (greatly simplified) છે, છતાં તેમની પ્રજનનશક્તિને બળ આપે છે.

પક્ષીઓમાં અંડ પરોપજીવન (brood parasitism) એ પરોપજીવનનું રસપ્રદ ઉદાહરણ (fascinating example) છે કે જેમાં પરોપજીવી પક્ષી પોતાનાં ઈંડાં તેના યજમાનના માળા (nest)માં મૂકે છે અને યજમાનને એ ઈંડાં સેવવા (incubate) દે છે. ઉદ્વિકાસ-પ્રક્રિયા દરમિયાન, પરોપજીવીનાં ઈંડાં કદ અને રંગમાં યજમાનનાં ઈંડાંની સાથે મળતા આવે છે તેથી યજમાનનાં ઈંડાંની સાથે જ વિકસિત થઈ જાય તો યજમાન પક્ષી દ્વારા વિજાતીય ઈંડાંને શોધી કાઢવાની તથા માળામાંથી તેમને નીકળી જવા માટેની તક ઓછી થઈ જશે. તમારી આસપાસના ઉદ્યાનમાં પ્રજનનઋતુ (વસંત ઋતુથી ગ્રીષ્મ ઋતુ-spring to summer) દરમિયાન કોયલ (cuckoo)ની ગતિવિધિઓને અનુસરો અને અંડ પરોપજીવનની ક્રિયા થતી જુઓ.



- (iv) **સહભોજિતા (Commensalism)** : આ એવી આંતરક્રિયા છે કે જેમાં એક જાતિને લાભ થાય છે તથા બીજી જાતિને ન તો હાનિ કે ન તો લાભ થાય છે. આંબાની ડાળી પર પરરોહી (epiphyte) તરીકે ઊગતી ઓર્કિડ (orchid) અને વ્હેલ (whale)ની પીઠ પર વસવાટ કરતા બાર્નેકલ (barnacles)ને ફાયદો થાય છે જ્યારે આંબાના વૃક્ષને અને વ્હેલને તેનાથી કોઈ લાભ થતો નથી. બગલાં (egret) અને ચારણ કરતાં પશુઓ (grazing cattle) નજીકથી એકબીજાના ગાઢ સહવાસ (close association)માં રહે છે. જો તમે કૃષિક્ષેત્રવાળા ગ્રામીણ વિસ્તાર (farmed rural areas)માં રહો છો તો તમને એ દૃશ્ય જોવા મળશે. સહભોજિતાનું આ ઉત્તમ ઉદાહરણ છે. જ્યાં પશુઓ ચરે છે તેની પાસે જ બગલાં ખોરાકપ્રાપ્તિ માટે રહે છે કારણ કે જ્યારે પશુઓ ચાલે (move) છે ત્યારે ઝાડપાન હલાવે (stir-up the vegetation) છે અને તેમાંથી કીટકો બહાર નીકળે છે (flush out the insects) બગલાં એ કીટકોને ખાય છે, નહિતર વાનસ્પતિક કીટકોને શોધવા તથા પકડવા (to find and catch) બગલાં માટે મુશ્કેલ થશે. સહભોજિતાનું બીજું ઉદાહરણ સમુદ્રફૂલ (sea anemone) જે ડંખી સૂત્રાંગો (stinging tentacles) ધરાવે છે તથા તેની વચ્ચે રહેતી રંગ બદલતી ક્લોવન માછલી (clown fish)ની પારસ્પરિક ક્રિયાનું છે. માછલીને સમુદ્રફૂલ દ્વારા પરભક્ષીઓથી સુરક્ષા મળે છે કે જે પરભક્ષીઓને ડંખી સૂત્રાંગોથી દૂર રાખે છે. સમુદ્રફૂલને ક્લોવન માછલી યજમાન હોવા છતાં કોઈ લાભ થતો હોય એવું લાગતું નથી.



(a)



(b)

આકૃતિ 11.4 : અંજીર વૃક્ષ અને ભમરી વચ્ચેનો સહોપકારી સંબંધ : (a) ભમરી દ્વારા પરાગિત અંજીર-પુષ્પ; (b) અંજીર ફળમાં ભમરી દ્વારા મૂકવામાં આવેલાં ઈંડાં

- (v) **સહોપકારિતા (Mutualism)** : આ આંતરક્રિયાથી પરસ્પર ક્રિયા કરતી બંને જાતિઓને લાભ થાય છે. લાઈકેન (Lichens) એ ફૂગ (Fungus) અને પ્રકાશસંશ્લેષણ કરતી લીલ અને સાયનોબેક્ટેરિયા (cyanobacteria)ની વચ્ચેના ગાઢ સહોપકારી સંબંધનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. આ જ રીતે ફૂગ અને ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓના મૂળ વચ્ચે કવકમૂળ (mycorrhizae) સહવાસી છે. ફૂગ એ જમીનમાંથી અતિઆવશ્યક પોષક તત્વોના શોષણમાં વનસ્પતિઓની મદદ કરે છે જ્યારે બદલામાં વનસ્પતિ એ ફૂગને ઊર્જા-ઉત્પાદિત કાર્બોહાઈડ્રેટ્સ (energy-yielding carbohydrates) પૂરા પાડે છે.



સહોપકારિતાના સૌથી શાનદાર અને ઉદ્વિકાસની દૃષ્ટિએ મોહક (લોભામણા) ઉદાહરણો (most spectacular and evolutionary fascinating examples) વનસ્પતિ-પ્રાણી સંબંધોમાં જોઈ શકાય છે. વનસ્પતિઓને તેમના પુષ્પ પરાગનયન (pollination) માટે તથા બીજના વિકિરણ (dispersing) માટે પ્રાણીઓની જરૂર પડે છે. સ્પષ્ટ રીતે વનસ્પતિઓને જે સેવાઓ (services)ની અપેક્ષા પ્રાણીઓથી હોય છે તેના માટે કર (fees) તો ચૂકવવો જ પડશે. વનસ્પતિઓ પરાગવાહકો (pollinators)ને પરાગ અને મધુરસ (pollen and nectar) તથા બીજ વિકિરકો (dispersers)ને રસાળ અને પોષક ફળો (juicy and nutritional fruits)ના સ્વરૂપમાં પુરસ્કાર અથવા કર (rewards or fees) અર્પણ કરે છે. પરંતુ સહોપકારી એવા પરસ્પર લાભકારી તંત્રને છેતરનારા કે દગાખોરો સામે સુરક્ષા (safeguarded against cheaters) પણ થવી જોઈએ. ઉદાહરણ તરીકે, એવાં પ્રાણીઓ જે પરાગનયનમાં સહાયતા કર્યા વગર જ મધ ચોરી જાય છે. હવે તમે જોઈ શકો છો કે વનસ્પતિ-પ્રાણી પારસ્પરિક ક્રિયાઓમાં ઘણી વાર સહોપકારીઓનો સહઉદ્વિકાસ (co-evolution of the mutualists) શા માટે સમાવેશિત છે ? એટલે કે પુષ્પ અને તેની પરાગવાહક જાતિઓનો ઉદ્વિકાસ એકબીજા સાથે મજબૂતાઈથી જોડાયેલો (tightly linked) છે. અંજીર વૃક્ષ (fig tree)ની ઘણી જાતિઓમાં ભમરી (wasp)ની પરાગવાહક જાતિઓ સાથે એકબીજાનો મજબૂત સંબંધ છે (આકૃતિ 11.4). એનો અર્થ એ છે કે કોઈ આપવામાં આવેલ અંજીર જાતિ ફક્ત તેના સાથી ભમરીની જાતિ દ્વારા જ પરાગિત થઈ શકે છે, ભમરીની બીજી જાતિ દ્વારા નહિ. માદા ભમરી ફળનો ઉપયોગ માત્ર અંડનિક્ષેપણ-oviposition (ઈંડાં મૂકવા-egg laying) માટે જ કરતી નથી પરંતુ



આકૃતિ 11.5 : ઓર્કિડ પુષ્પ પર મધમાખી એક પરાગવાહક તરીકે

ફળની અંદર જ વિકાસ પામતા બીજનો ડિંભો (larvae)ના પોષણ માટે પણ ઉપયોગ કરે છે. ઈંડાં મૂકવા માટે ઉચિત સ્થાનની શોધ કરતાં ભમરી એ અંજીર પુષ્પવિન્યાસને પરાગિત કરે છે. તેના બદલામાં અંજીર એ તેના કેટલાક વિકસતા બીજને ભમરીના વિકાસ પામતા ડિંભો માટે ખોરાક અર્પે છે.

ઓર્કિડ વનસ્પતિ એ પુષ્પીય ભાતોની આશ્ચર્યચકિત કરતી વિવિધતા (bewildering diversity) દર્શાવે છે જેમાંથી ઘણી સાચા પરાગવાહક કીટકો (મધમાખીઓ અને ભમરા-bees and bumblebees)ને આકર્ષિત કરવા માટે વિકસિત થઈ છે કે જેના દ્વારા સુનિશ્ચિત ખાતરીપૂર્વકનું પરાગનયન (ensure guaranteed pollination) થઈ શકે (આકૃતિ 11.5). બધા ઓર્કિડ આ પુરસ્કાર પ્રદાન કરતા (offer reward) નથી. ભૂમધ્યસામુદ્રિક ઓર્કિડ (Mediterranean orchid) એ મધમાખીની જાતિઓ દ્વારા પરાગનયન કરાવવા માટે લિંગીકપટ (sexual deceit)નો સહારો લે છે. તેના પુષ્પના દલપત્રની એક પાંખડી (petal), કદ (size), રંગ (colour) તથા નિશાનીઓ (markings)માં માદા મધમાખી સાથે ખૂબ જ વિચિત્ર સમાનતા (uncanny resemblance) ધરાવે છે. નર મધમાખી તેને

માદા સમજી તેની તરફ આકર્ષિત થાય છે તથા પુષ્પની સાથે કૂટમૈથુન (pseudo-copulation) કરે છે અને આ પ્રક્રિયા દરમિયાન આ પુષ્પમાંથી તેના પર પરાગરજ ઝરે છે. જ્યારે આ જ મધમાખી બીજા પુષ્પ સાથે કૂટમૈથુન કરે છે ત્યારે તેના શરીર પર લાગેલી પરાગરજ તેની પર પરિવહન પામે છે અને આ પ્રકારે પુષ્પને પરાગિત કરે છે. અહીંયાં તમે જોઈ શકો છો કે સહઉદ્વિકાસ કેવી રીતે વિકસિત થયો. જો ઉદ્વિકાસ દરમિયાન કોઈ પણ કારણથી માદા મધમાખીના રંગની રૂઢિપ્રણાલી (colour patterns) જરાક પણ બદલાઈ જાય તો પરાગનયનની સફળતા ઘટી જશે. આમ, ઓર્કિડ પુષ્પ એ માદા મધમાખી સાથે તેની પાંખડીની સદૃશ્યતા જાળવવા (maintain the resemblance) સહવિકસિત થાય છે.



સારાંશ

જીવવિજ્ઞાનની શાખા તરીકે, પરિસ્થિતિવિદ્યા (ecology) એ સજીવોનો તેમના પર્યાવરણ અજૈવિક (ભૌતિક-રાસાયણિક પરિબળો) અને જૈવિક ઘટકો (અન્ય જાતિઓ) સાથેના સંબંધોનો અભ્યાસ છે. તે જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠન (biological organization)ના ચાર સ્તરો સાથે સંલગ્ન છે : સજીવો, વસ્તી, સમુદાય અને જૈવવિસ્તારો (biomes).

તાપમાન, પ્રકાશ, પાણી અને ભૂમિ (જમીન) પર્યાવરણના સૌથી મહત્વનાં ભૌતિક પરિબળો (physical factors) છે જેની પ્રત્યે સજીવો વિવિધ પ્રકારે અનુકૂલિત થયેલા છે. સજીવો દ્વારા સ્થાયી આંતરિક પર્યાવરણ (સમસ્થિતિ-homeostasis)ની જાળવણી થાય છે જે ઇષ્ટતમ કાર્યો કરવામાં ફાળો આપે છે, પરંતુ પરિવર્તનશીલ બાહ્ય પર્યાવરણના સંદર્ભમાં ફક્ત કેટલાક જ સજીવો (નિયામકો-regulators) સમસ્થિતિ જાળવવા માટે સક્ષમ છે જ્યારે બીજા સજીવો તેમના આંતરિક પર્યાવરણનું આંશિકરૂપે નિયમન કરી લે છે અથવા ફક્ત તેમને અનુકૂળ થઈ જાય છે. કેટલીક અન્ય જાતિઓએ જગ્યા (સ્થળાંતરણ-migration)માં અથવા સમય (ગ્રીષ્મનિદ્રા-aestivation, શીતનિદ્રા-hibernation તથા સુષુપ્તાવસ્થા-diapause)માં પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓથી બચવા માટે અનુકૂળનો વિકસિત કરી લીધા છે.

પ્રાકૃતિક પસંદગી (natural selection) દ્વારા ઉદ્ભવિકાસકીય પરિવર્તન વસ્તીસ્તર પર થાય છે અને તેથી વસ્તી પરિસ્થિતિવિદ્યા એ પરિસ્થિતિવિદ્યાનું એક મહત્વનું ક્ષેત્ર છે. વસ્તી કોઈ પણ આપેલ જાતિના વ્યક્તિગત સજીવોનો સમૂહ (group of individual) છે જે મર્યાદિત ભૌગોલિક ક્ષેત્રમાં સમાન સ્રોતો (સંસાધનો-resources) માટે ભાગ પાડે છે અથવા સ્પર્ધા કરે છે. વસ્તી જન્મદર (birth rate) તથા મૃત્યુદર (death rate), લિંગપ્રમાણ (sex ratio) અને વય-વિતરણ (age distribution) વગેરે લક્ષણો (attributes) ધરાવે છે જે વ્યક્તિગત સજીવોમાં નથી હોતાં. વસ્તીમાં નર અને માદાના વિવિધ વયસમૂહોનું પ્રમાણ ઘણી વાર વય પિરામિડ તરીકે ભૌગોલિક રીતે પ્રસ્તુત થાય છે. તેનો આકાર સૂચવે છે કે શું વસ્તી સ્થાયી (stationary) છે, વધી રહી (growing) છે કે ઘટી રહી (declining) છે.

વસ્તી પર કોઈ પણ પરિબળોની પરિસ્થિતિકીય અસર (પ્રભાવ) સામાન્યતઃ તેના કદ (વસ્તી-ગીચતા)માં પ્રતિબિંબિત થાય છે, જે જાતિ અનુસાર વિવિધ રીતે (સંખ્યા-numbers, જૈવભાર-biomass, ટકાવારી આવરણ (percent cover) વગેરે)થી વ્યક્ત કરી શકાય છે.

વસ્તી જન્મ અને અંતઃસ્થળાંતરણ (births and immigration)થી વધે છે તથા મૃત્યુ અને બહિઃસ્થળાંતરણ (deaths and emigration)થી ઘટે છે. જ્યારે સ્રોતો અમર્યાદિત હોય તો વૃદ્ધિ હંમેશાં ચરધાતાંકીય (exponential) હોય છે પરંતુ જ્યારે સ્રોત ઉત્તરોત્તર (progressively) મર્યાદિત થતાં જાય છે ત્યારે વૃદ્ધિ ભાત સંભાવ્ય (logistic) થઈ જાય છે. બંને બાબતોમાં વૃદ્ધિ છેવટે (ultimately) પર્યાવરણની વહન-ક્ષમતાથી સીમિત કે મર્યાદિત હોય છે. પ્રાકૃતિક વધારાનો આંતરિક દર-intrinsic rate of natural increase (r) કોઈ વસ્તીની વૃદ્ધિ કરવાની જન્મજાત શક્તિનું માપન (measure of the inherent potential) છે.

કુદરતમાં જુદી-જુદી જાતિઓની વસ્તીઓ નિવાસસ્થાન (habitat)માં અલગ રહેતી નથી પરંતુ ઘણી રીતે પરસ્પર ક્રિયા (interact) કરે છે. બે જાતિઓની વચ્ચે થતી પારસ્પરિક ક્રિયાઓ (interactions)ના પરિણામ આધારે સ્પર્ધા-competition (બંને જાતિઓ સહન કરે છે), પરભક્ષણ-predation અને પરોપજીવન-parasitism (એક જાતિને લાભ અને બીજી સહન કરે છે), સહભોજિતા-commensalism (જેમાં એકને લાભ અને બીજી બિનઅસરકારક રહે છે), પ્રતિજીવન-amensalism (એકને હાનિ અને બીજી બિનઅસરકારક રહે છે) તથા સહોપકારિતા-mutualism (બંને જાતિઓને લાભ થાય છે). પરભક્ષણ એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા પોષણઊર્જાનું સ્થાનાંતરણ (trophic energy transfer) કરવામાં સાનુકૂળ થાય છે અને કેટલાક પરભક્ષીઓ તેમની શિકારવસ્તીઓ (prey populations)ને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે. વનસ્પતિઓએ તૃણાહારીઓ (herbivorous)ની વિરુદ્ધ વિવિધ બાહ્ય આકારકીય અને રાસાયણિક રક્ષણ ક્રિયાવિધિઓ (defenses mechanisms) વિકસિત કરી લીધી છે. સ્પર્ધામાં એવું સમજી શકાય છે કે ઉત્તમ સ્પર્ધક (superior competitor) એ નિમ્ન સ્પર્ધક (inferior competitor)ને દૂર કરી નાંખે છે (સ્પર્ધા બહિષ્કાર સિદ્ધાંત – the competitive exclusion principle), પરંતુ ઘણી નજીકની સંબંધિત જાતિઓ વિવિધ ક્રિયાવિધિઓ વિકસિત કરી લીધી હોય છે, જે તેમના સહઅસ્તિત્વ (co-existence)ને સાનુકૂળ બનાવે છે. પ્રકૃતિમાં સહોપકારિતાના કેટલાક સૌથી મોહક કિસ્સાઓ (fascinating cases) વનસ્પતિ-પરાગવાહક પારસ્પરિક ક્રિયાઓમાં જોઈ શકાય છે.



સ્વાધ્યાય

1. એવાં લક્ષણોની યાદી બનાવો જે વસ્તીમાં હોય પરંતુ વ્યક્તિગત સજીવોમાં હોતાં નથી.
2. જો ચરધાતાંકીય રીતે વધતી વસ્તી 3 વર્ષમાં કદમાં બેગણી થઈ જાય છે, તો તેના વધારાનો આંતરિક દર (r) શું છે ?
3. વનસ્પતિઓમાં તુણાહારીઓની સામે મહત્વપૂર્ણ રક્ષણ ક્રિયાવિધિઓનાં નામ આપો.
4. ઓર્કિડ વનસ્પતિ આંબાના વૃક્ષની શાખા પર ઊગી રહી છે. ઓર્કિડ અને આંબાના વૃક્ષ વચ્ચેની આ પારસ્પરિક ક્રિયાનું વર્ણન તમે કેવી રીતે કરશો ?
5. જંતુ કીટકોના પ્રબંધની જૈવિક નિયંત્રણપદ્ધતિ પાછળ રહેલો પરિસ્થિતિકીય સિદ્ધાંત શું છે ?
6. વસ્તી અને સમુદાય વ્યાખ્યાયિત કરો.
7. નીચેના શબ્દો વ્યાખ્યાયિત કરો અને દરેકનું એક-એક ઉદાહરણ આપો :
 - (a) સહભોજિતા
 - (b) પરોપજીવન
 - (c) રંગઅનુકૃતિ
 - (d) સહોપકારિતા
 - (e) આંતરજાતીય સ્પર્ધા
8. ઉચિત નામનિર્દેશિત આકૃતિની મદદથી સંભાવ્ય વૃદ્ધિવક્ર (curve)નું વર્ણન કરો.
9. વાક્ય પસંદ કરો કે જે પરોપજીવનને સારી રીતે સમજાવે છે.
 - (a) એક સજીવને લાભ થાય છે.
 - (b) બંને સજીવોને લાભ થાય છે.
 - (c) એક સજીવને લાભ થાય છે, બીજું અસર પામતું નથી (અપ્રભાવિત-not affected).
 - (d) એક સજીવને લાભ થાય છે, બીજું અસર પામે છે (પ્રભાવિત-affected).
10. વસ્તીની કોઈ પણ ત્રણ મહત્વપૂર્ણ વિશેષતાઓની યાદી બનાવો અને સમજાવો.



પ્રકરણ 12

નિવસનતંત્ર (Ecosystem)

12.1 નિવસનતંત્ર-સંરચના

અને કાર્યકી

12.2 ઉત્પાદકતા

12.3 વિઘટન

12.4 ઊર્જા-પ્રવાહ

12.5 પરિસ્થિતિકીય પિરામિડો

નિવસનતંત્રને પ્રકૃતિના એક ક્રિયાત્મક એકમના સ્વરૂપમાં જોઈ શકાય છે, કે જ્યાં સજીવો એકબીજા સાથે અને આસપાસના ભૌતિક પર્યાવરણ (physical environment) સાથે પણ પરસ્પર ક્રિયાઓ કરે છે. નિવસનતંત્રનો આકાર એક નાના તળાવથી લઈ વિશાળ જંગલ કે મહાસાગર સુધી હોઈ શકે છે. ઘણા પરિસ્થિતિવિદો સમગ્ર જીવાવરણને એક વૈશ્વિક નિવસનતંત્ર (global ecosystem) તરીકે જુએ છે, જેમાં પૃથ્વીનાં બધાં જ સ્થાનિક નિવસનતંત્રો સમાવેશિત થાય છે. જેથી આ તંત્ર ખૂબ જ વિશાળ હોવાથી એક જ સમયે એકસાથે અભ્યાસ કરવો જટિલ છે. આથી અભ્યાસની અનુકૂળતા માટે તેને બે આધારભૂત કક્ષાઓમાં વિભાજિત કરી સ્થળજ (terrestrial) અને જલજ (aquatic)માં નામાંકિત કરવામાં આવે છે. જંગલ (forest), તૃણભૂમિ (grassland) અને રણ (desert) સ્થળજ નિવસનતંત્રનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે; તથા તળાવ, સરોવર, જલપ્લવિત ભૂમિ (wetland), નદી અને વેલાનદ્મુખી (estuary) જલજ નિવસનતંત્રનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. કૃષિક્ષેત્રો (crop fields) અને માછલીઘર (aquarium)ને માનવસર્જિત નિવસનતંત્રો તરીકે ઓળખી શકાય છે.

આપણે સૌથી પહેલાં નિવસનતંત્રની રચનાને જોઈશું, જેથી ઊર્જાપ્રવેશ (ઉત્પાદકતા), ઊર્જાનું સ્થાનાંતરણ (આહારશૃંખલા/જાળ, પોષક ચક્રીયકરણ) અને ઊર્જાનિકાલ (વિઘટન તથા ઊર્જાવ્યય)ને કમબદ્ધ રીતે જાણી શકીએ. એની સાથે-સાથે આપણે ચક્રો (cycles), શૃંખલાઓ (chains), જાળ (webs)ના સંબંધોને પણ જોઈશું કે જે તંત્ર અને તેના આંતરસંબંધો (inter relationship) અંતર્ગત આ ઊર્જા-પ્રવાહોના પરિણામ સ્વરૂપે સર્જન પામ્યા છે.



12.1 નિવસનતંત્ર-સંરચના અને કાર્યકી (Ecosystem-Structure and Function)

આગળના ધોરણમાં તમે પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકો-જૈવિક (biotic) અને અજૈવિક (abiotic) વિશે જોયું. તમે અભ્યાસ કર્યો કે, કેવા પ્રકારનાં જૈવિક અને અજૈવિક પરિબળો સ્વતંત્ર રીતે એકબીજાંને તથા તેમનાં પરિસરને પ્રભાવિત કરે છે. ચાલો, હવે આપણે આ ઘટકોને વધુ સંકલિત સ્વરૂપમાં જોઈએ અને એ જાણીએ કે, નિવસનતંત્રનાં ઘટકોમાં ઊર્જાનો પ્રવાહ કેવી રીતે થાય છે.

જૈવિક અને અજૈવિક ઘટકોની આંતરક્રિયાઓના પરિણામ સ્વરૂપ એક ભૌતિકરચના વિકાસ પામે. જે દરેક પ્રકારના નિવસનતંત્રની લાક્ષણિકતા છે. એક નિવસનતંત્રની વનસ્પતિ અને પ્રાણીજાતિઓની ઓળખ તથા ગણના તેની જાતિઓના સંગઠનને પ્રસ્તુત કરે છે. વિવિધ સ્તરે રહેલા વિભિન્ન જાતિઓના ઊર્ધ્વસ્થ વિતરણ (vertical distribution)ને સ્તરીકરણ (stratification) કહે છે. ઉદાહરણ : વૃક્ષો એ જંગલના સર્વોચ્ચ ઊર્ધ્વસ્થ સ્તરે, ક્ષુપો દ્વિતીય સ્તરે અને છોડ તથા તૃણ નિમ્ન સ્તરે ગોઠવાયેલાં હોય છે.

જ્યારે તમે નીચેના મુદ્દાઓને ધ્યાનમાં લો ત્યારે નિવસનતંત્રનાં બધાં જ ઘટકો એક એકમ તરીકે કાર્યશીલ દેખાય છે :

- ઉત્પાદકતા (productivity)
- વિઘટન (decomposition)
- શક્તિપ્રવાહ (energy flow) અને
- પોષક ચક્રણ (nutrient cycling)

એક જલજ નિવસનતંત્રની પ્રકૃતિને સમજવા, ચાલો આપણે એક નાના તળાવનું ઉદાહરણ લઈએ. આ એક સ્પષ્ટ સ્વયં સ્થાયી એકમ (self-sustainable unit) અને અપેક્ષિત રીતે સરળ ઉદાહરણ છે જે એક જલજ નિવસનતંત્રમાં થતી જટિલ આંતરક્રિયાઓની પણ સમજ આપે છે. તળાવ એ છીછરા પાણી (shallow water)નું સંગ્રહસ્થાન છે કે જેમાં ઉપર જણાવેલા નિવસનતંત્રનાં બધાં જ ચાર મૂળભૂત ઘટકો ખૂબ જ સારી રીતે પ્રદર્શિત થાય છે. પાણી એ એક અજૈવિક ઘટક છે કે જેમાં બધા જ અકાર્બનિક અને કાર્બનિક પદાર્થો દ્રાવ્ય થયેલા છે અને તળાવના તળિયે સેન્દ્રિય તત્વોસભર માટીની જમાવટ થાય છે. સૂર્ય- ઊર્જાનો પ્રવેશ, તાપમાનનું ચક્ર, દિવસની અવધિ (સમયગાળો) અને અન્ય આબોહવાકીય પરિસ્થિતિઓ સમગ્ર તળાવની કાર્યકીના દરનું નિયમન કરે છે. વનસ્પતિપ્લવકો, કેટલીક લીલ અને તરતી કે નિમગ્ન (ડૂબેલી) તથા કિનારે જોવા મળતી વનસ્પતિઓ વગેરે સ્વયંપોષી ઘટકો જોવા મળે છે. મુક્ત રીતે તરતા અને તળિયે વસવાટ કરતાં પ્રાણીપ્લવકો ઉપભોક્તાનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. ફૂગ, બેક્ટેરિયા અને ક્ષાધારીઓ વિઘટકો છે જે ખાસ કરીને તળાવના તળિયે વિપુલ પ્રમાણમાં હોય છે. આ તંત્ર કોઈ પણ નિવસનતંત્રના કે સમગ્ર જીવાવરણનાં બધાં જ કાર્યો રજૂ કરે છે, એટલે કે સ્વયંપોષીઓ દ્વારા સૂર્યની વિકિરણ ઊર્જા (radiant energy)ની મદદથી અકાર્બનિક તત્વોનું કાર્બનિક તત્વોમાં રૂપાંતર; વિષમપોષીઓ દ્વારા સ્વયંપોષીઓનો ઉપભોગ (ભક્ષણ); મૃત કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન (decomposition) અને ખનીજીકરણ (mineralization) કરી સ્વયંપોષીઓ દ્વારા પુનઃ ઉપયોગ માટે તેઓને પાછા મુક્ત કરવા, આ ઘટનાઓનું વારંવાર પુનરાવર્તન થતું રહે છે. ઉચ્ચ પોષક સ્તરો તરફની ઊર્જાનું એકમાર્ગી વહન (unidirectional movement) તથા પર્યાવરણમાં ઉષ્મા સ્વરૂપે તેનો અપવ્યય (dissipation) અને ઘટાડો (વ્યય-loss) થાય છે.

12.2 ઉત્પાદકતા (Productivity)

કોઈ પણ નિવસનતંત્રની ક્રિયાશીલતા અને સ્થાયીપણા માટે સૂર્યઊર્જાનો સતત પ્રવેશ આધારભૂત જરૂરિયાત છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન વનસ્પતિઓ દ્વારા ચોક્કસ સમયે પ્રતિ એકમ વિસ્તારમાં ઉત્પન્ન થતા જૈવભાર કે કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રાને પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (primary productivity) તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરાય છે. તે વજન (gm^{-2}) કે ઊર્જા (Kcal m^{-2})ના સ્વરૂપે વ્યક્ત કરાય છે. જૈવભારના ઉત્પાદનની માત્રાને



ઉત્પાદકતા (productivity) કહે છે. તેને વિવિધ નિવસનતંત્રોની ઉત્પાદકતાની તુલના (સરખામણી) કરવા $\text{gm}^{-2} \text{yr}^{-1}$ કે $(\text{Kcal m}^{-2}) \text{yr}^{-1}$ ના સ્વરૂપે વ્યક્ત કરી શકાય છે. તેને કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (Gross Primary Productivity-GPP) અને વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (Net Primary Productivity-NPP)માં વિભાજિત કરી શકાય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન કાર્બનિક પદાર્થોનાં ઉત્પાદનનો દર એ એક નિવસનતંત્રની કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા છે. વનસ્પતિઓ દ્વારા કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતાનો મોટા ભાગનો જથ્થો શ્વસનમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતામાંથી શ્વસન દરમિયાન થતા ઘટાડા (R)ને બાદ કરીએ, તો એ વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (NPP) છે.

$$\text{GPP} - \text{R} = \text{NPP}$$

વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા એ વિષમપોષીઓ (તૃણાહારીઓ અને વિઘટકો)ના વપરાશ (ઉપભોગ-consumption) માટે ઉપલબ્ધ જૈવભાર છે. દ્વિતીયક ઉત્પાદકતા (secondary productivity)ને ઉપભોક્તાઓ દ્વારા નવા કાર્બનિક પદાર્થોના નિર્માણના દર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરાય છે.

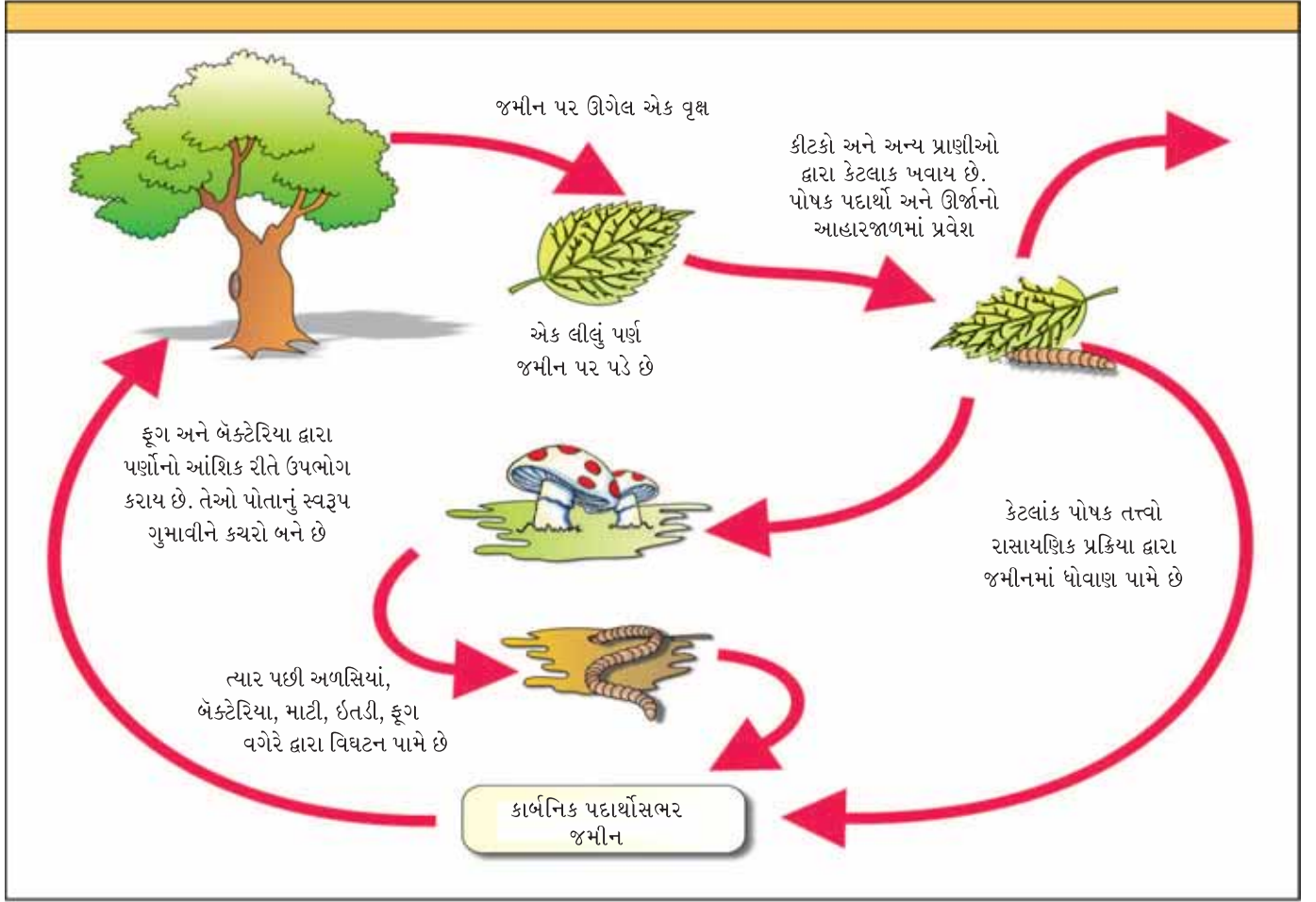
પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા એ ચોક્કસ વિસ્તારમાં રહેલી વનસ્પતિજાતિઓ પર આધારિત છે. વિવિધ પ્રકારના પર્યાવરણીય કારકો, પોષકોની ઉપલબ્ધિ અને વનસ્પતિઓની પ્રકાશસંશ્લેષણ-ક્ષમતા પર પણ આધાર રાખે છે. આથી, તે વિવિધ પ્રકારનાં નિવસનતંત્રોમાં જુદી-જુદી હોય છે. સમગ્ર જીવાવરણની વાર્ષિક વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા એ કાર્બનિક પદાર્થોના અંદાજિત 170 બિલિયન ટન (શુષ્ક વજન) આંકવામાં આવે છે. જે પૈકી, પૃથ્વીની સપાટીનો લગભગ 70 % ભાગ મહાસાગરો દ્વારા રોકાયેલો (ઢંકાયેલો) છે, તેમ છતાં પણ તેમની (મહાસાગરો) ઉત્પાદકતા ફક્ત 55 બિલિયન ટન છે. અલબત્ત, બાકી રહેલી માત્રા ભૂમિ પરની જ છે. તમારા શિક્ષક સાથે મહાસાગરોની ઓછી ઉત્પાદકતા માટેનાં મુખ્ય કારણોની ચર્ચા કરો.

12.3 વિઘટન (Decomposition)

તમે કદાચ સાંભળ્યું હશે કે અળસિયાઓને ખેડૂતોના મિત્રો તરીકે ઉલ્લેખ કરવામાં આવે છે. કારણ કે તેઓ જટિલ કાર્બનિક દ્રવ્યો (complex organic matter)ને તોડવામાં તેમજ તેની સાથે-સાથે જમીનને ઢીલી બનાવવામાં મદદરૂપ છે. આ જ પ્રકારે, વિઘટકો જટિલ કાર્બનિક દ્રવ્યોને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, પાણી અને પોષકો જેવા અકાર્બનિક પદાર્થોમાં વિઘટિત કરવામાં મદદરૂપ બને છે. આ પ્રક્રિયાને વિઘટન (decomposition) કહે છે. વનસ્પતિઓના મૃત અવશેષ જેવા કે પર્ણો, છાલ, પુષ્પો તથા પ્રાણીઓના મૃત અવશેષ, મળ (fecal matter) સહિતનાં દ્રવ્યો એ મૃત અવશેષીય ઘટકો (detritus) બનાવે છે, કે જેઓ વિઘટન માટેના કાચા પદાર્થો છે. અવખંડન, ધોવાણ, અપચય, સેન્દ્રીયકરણ (ખાતરનિર્માણ) અને ખનીજીકરણ વગેરે વિઘટનની પ્રક્રિયાનાં મહત્વપૂર્ણ ચરણો (steps) છે.

મૃતભક્ષીઓ-detritivores (જેવા કે અળસિયા) મૃત અવશેષીય પદાર્થોને નાના-નાના કણોમાં તોડી (ખંડિત કરી) નાખે છે. આ પ્રક્રિયા અવખંડન (fragmentation) કહેવાય છે. ધોવાણ (leaching)ની પ્રક્રિયા દ્વારા જલદ્રાવ્ય અકાર્બનિક પોષકો ભૂમિના સ્તરોમાં પ્રવેશ પામે છે અને અનુપલબ્ધ ક્ષારો તરીકે અવશ્લેષિત થઈ જાય છે. બેક્ટેરિયા અને ફૂગના ઉત્સેચકો મૃત અવશેષીય ઘટકોને (detritus) સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં વિઘટન (degradation) કરે છે. આ પ્રક્રિયા અપચય (catabolism) કહેવાય છે.

એ નોંધવું મહત્વનું છે કે વિઘટનમાં ઉપર્યુક્ત બધા જ તબક્કાઓ મૃત અવશેષીય ઘટકો પર સમાંતરે એકસાથે સતત ચાલ્યા કરે છે (આકૃતિ 12.1). સેન્દ્રીયકરણ અને ખનીજીકરણ પ્રક્રિયાઓ જમીનમાં વિઘટન દરમિયાન થતી રહે છે. સેન્દ્રીયકરણ (humification) દ્વારા એક ગાઢ રંગના આકારહીન પદાર્થ (dark coloured amorphous substance)નું નિર્માણ થાય છે. તેને સેન્દ્ર (ખાતર-humus)



આકૃતિ 12.1 : સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં વિઘટન ચક્રનું રેખાંકિત નિરૂપણ

કહેવાય છે જે સૂક્ષ્મ જીવાણુકીય (microbial) ક્રિયાઓ માટે ખૂબ જ પ્રતિરોધક હોય છે તથા તેનું વિઘટન અતિશય ધીમા દરે ચાલ્યા કરે છે. કલિલ (colloidal) પ્રકૃતિ હોવાને કારણે તે પોષકોના સંચયસ્થાન (reservoir) તરીકે કાર્ય કરે છે. સેન્દ્ર (humus) ફરીથી કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા વિઘટન પામે છે અને અકાર્બનિક પોષકો મુક્ત કરે છે જે **ખનીજીકરણ (mineralization)** તરીકે ઓળખાતી પ્રક્રિયા દ્વારા થાય છે.

વિઘટન એ ખૂબ જ ઓક્સિજન આવશ્યક હોય એવી એક પ્રક્રિયા છે. વિઘટનનો દર મૃત અવશેષીય ઘટકો અને પર્યાવરણીય કારકોનાં રાસાયણિક સંઘટનો દ્વારા નિયંત્રિત હોય છે. એક ચોક્કસ પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિમાં જ્યારે મૃત અવશેષીય ઘટકો લિગ્નીન અને કાઈટિનસભર હોય ત્યારે વિઘટનનો દર ખૂબ જ ધીમો હોય છે અને જો મૃત અવશેષીય ઘટકો નાઈટ્રોજન તથા શર્કરા જેવા જલદ્રાવ્ય પદાર્થોસભર હોય ત્યારે તે ખૂબ જ ઝડપી હોય છે. તાપમાન અને ભૂમિનો ભેજ ખૂબ જ મહત્વના પર્યાવરણીય કારકો છે જે ભૂમિના સૂક્ષ્મજીવોની ક્રિયાઓ પર તેમની અસર દ્વારા વિઘટનનું નિયમન કરે છે. હૂંફાળું (warm) અને ભેજયુક્ત (આદ્રતાયુક્ત-moist) પર્યાવરણ વિઘટન માટે અનુકૂળ છે. જ્યારે ઓછું તાપમાન અને અજીરક જીવન (anaerobiosis) વિઘટનને અવરોધે છે તેના પરિણામ સ્વરૂપ કાર્બનિક દ્રવ્યોના ભંડાર રચાય છે.

12.4 ઊર્જા-પ્રવાહ (શક્તિપ્રવાહ-Energy Flow)

ઊંડા સમુદ્રના જલતાપીય નિવસનતંત્ર (hydro-thermal ecosystem) સિવાય પૃથ્વી પરનાં બધાં જ નિવસનતંત્રો માટે શક્તિના પ્રવાહનો એકમાત્ર સ્રોત સૂર્ય જ છે. આપાત સૌર વિકિરણના 50 % કરતાં પણ ઓછા ભાગનો પ્રકાશ પ્રકાશસંશ્લેષીય સક્રિય વિકિરણ (**photosynthetically active radiation-PAR**)માં પરિણમે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે, વનસ્પતિઓ અને પ્રકાશસંશ્લેષી બેક્ટેરિયા (સ્વયંપોષીઓ) સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાંથી ખોરાક બનાવવામાં સૂર્યની વિકિરણ ઊર્જાનું સ્થાપન કરે છે. વનસ્પતિઓ માત્ર 2-10 % પ્રકાશસંશ્લેષીય સક્રિય વિકિરણ (PAR) ગ્રહણ કરે છે અને આ ઊર્જાની ઓછી માત્રા જ સમગ્ર સજીવ વિશ્વને ટકાવી રાખે છે. આથી, તે જાણવું ખૂબ જ મહત્વનું છે કે વનસ્પતિઓ દ્વારા ગ્રહણ કરાયેલ સૌરઊર્જા એક નિવસનતંત્રના વિવિધ સજીવો મારફતે કેવી રીતે પ્રવાહિત થાય છે. બધા જ સજીવો તેમના આહાર માટે પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે ઉત્પાદકો પર આધાર રાખે છે. જેથી, તમે જુઓ છો કે ઊર્જાનો પ્રવાહ સૂર્યમાંથી ઉત્પાદકો તરફ અને પછી ઉપભોક્તાઓ તરફ એકદિશીય હોય છે. શું આમાં ઉષ્માગતિકી (Thermodynamics)નો પ્રથમ નિયમ સિદ્ધ થાય છે ?

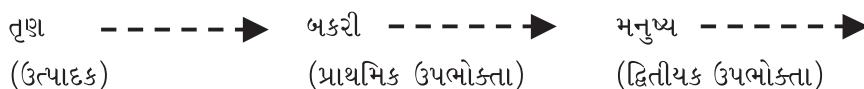
ઉપરાંત નિવસનતંત્ર એ ઉષ્માગતિકીના બીજા નિયમથી મુક્ત નથી. જરૂરી અણુઓના સંશ્લેષણ માટે તેઓને સતત ઊર્જા મળવી આવશ્યક હોય છે જેને લીધે વધતા-જતા અવ્યવસ્થાપન સામે સંકલિત કાર્યપદ્ધતિ દ્વારા સંઘર્ષ (counteract the universal tendency toward increasing disorderliness) કરી શકે.

નિવસનતંત્રમાં લીલી વનસ્પતિઓને **ઉત્પાદકો (producers)** કહેવામાં આવે છે. સ્થલજ નિવસનતંત્રમાં, શાકીય (herbaceous) તેમજ કાષ્ઠીય (woody) વનસ્પતિઓ મુખ્ય ઉત્પાદકો છે. એ જ પ્રકારે, જલજ નિવસનતંત્રમાં વનસ્પતિપ્લવકો, લીલ અને જલીય વનસ્પતિઓની વિવિધ જાતિઓ ઉત્પાદકો છે.

તમે આહારશૃંખલાઓ (food chains) તથા આહારજાળ (food webs) વિશે વાંચ્યું છે કે જેઓ પ્રકૃતિમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. વનસ્પતિઓ (ઉત્પાદકો)થી પ્રારંભ થતી આહારશૃંખલાઓ તથા આહારજાળ એવી રીતે બનેલી હોય છે કે પ્રત્યેક પ્રાણી આહાર(ખોરાક) માટે કોઈ વનસ્પતિ પર કે અન્ય પ્રાણી પર આધાર રાખે છે અને બદલામાં તે કોઈ બીજા માટેનો આહાર બને છે. આ પરસ્પર આંતરનિર્ભરતા (interdependency)ના કારણે શૃંખલા કે જાળની રચના થાય છે. કોઈ પણ સજીવ દ્વારા ગ્રહણ કરવામાં આવેલી ઊર્જા તેનામાં હંમેશાં માટે સંચિત રહેતી નથી. ઉત્પાદકો દ્વારા ગ્રહણ કરવામાં આવેલી ઊર્જા ઉપભોક્તાઓમાંથી પસાર થાય, નહીંતર તે સજીવો મૃત્યુ પામે એક સજીવના મૃત્યુથી મૃત અવશેષીય આહારશૃંખલા તથા આહારજાળની શરૂઆત થાય છે.

બધાં પ્રાણીઓ તેમના આહારની જરૂરિયાત માટે (પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે) વનસ્પતિઓ પર આધાર રાખે છે. આથી તેઓને **ઉપભોક્તાઓ (consumers)** કહેવાય છે કે વિષમપોષીઓ (પરપોષીઓ) પણ કહેવાય છે. જો તેઓ આહાર માટે ઉત્પાદકો કે વનસ્પતિઓ પર નિર્ભર હોય ત્યારે તેઓને પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ (primary consumers) કહેવાય છે અને જો પ્રાણીઓ (પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ) કે જેઓ વનસ્પતિઓ (કે તેમના ઉત્પાદન)ને ખાય છે તેઓને બીજાં પ્રાણીઓ ખાય છે તેમને દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ (secondary consumers) કહેવાય છે. આ પ્રકારે તૃતીયક ઉપભોક્તાઓ પણ હોઈ શકે છે. નિઃસંદેહ પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ **તૃણાહારી (શાકાહારી-herbivores)** હોઈ શકે. સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં કીટકો, પક્ષીઓ તથા સસ્તનો અને જલજ નિવસનતંત્રમાં મૃદુકાય પ્રાણીઓ (molluscs) કેટલાક સામાન્ય તૃણાહારીઓ હોય છે.

ઉપભોક્તાઓ કે જેઓ, આ તૃણાહારીઓનો આહાર કરે છે તેઓ માંસાહારીઓ (carnivores) હોય છે તેમને **પ્રાથમિક માંસાહારીઓ** (દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ) કહેવું ખૂબ જ યોગ્ય છે. એ પ્રાણીઓ જે આહાર માટે પ્રાથમિક માંસાહારીઓ પર આધાર રાખે છે તેમને **દ્વિતીયક માંસાહારીઓ (secondary carnivores)** સ્વરૂપે નિર્દેશિત કરાય છે. એક સરળ ચરિય આહારશૃંખલા (Grazing Food Chain-GFC) અહીં નીચે બતાવવામાં આવી છે :

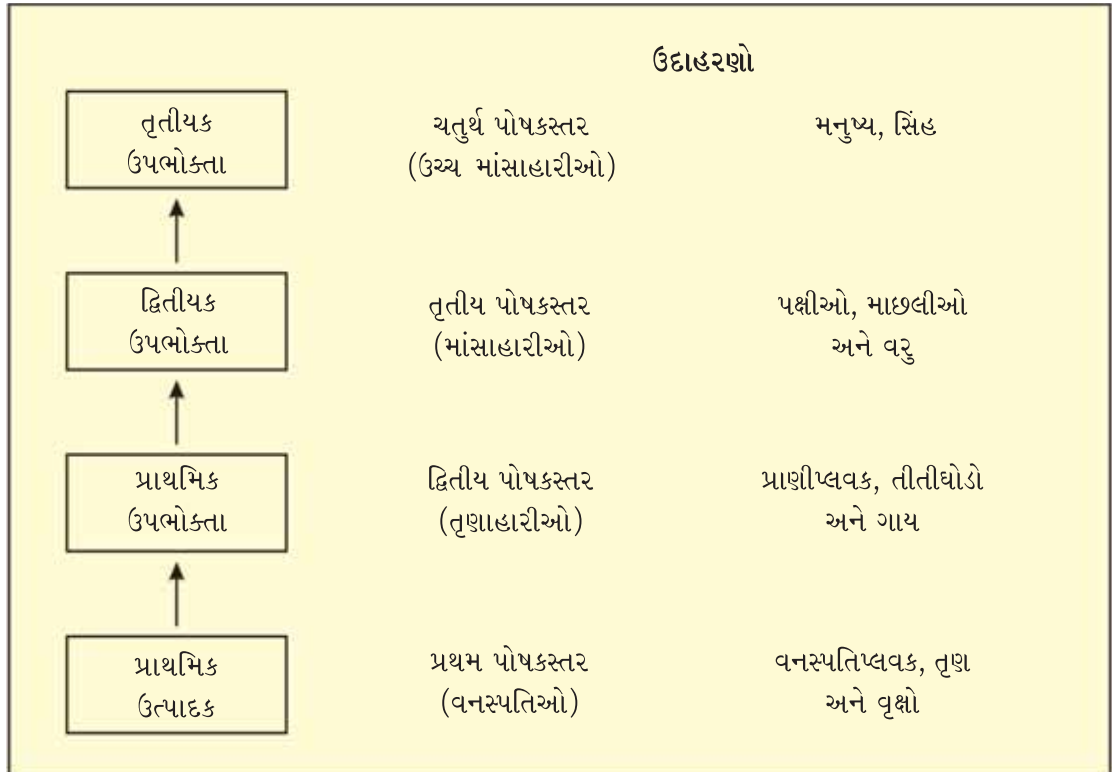




મૃત અવશેષીય (દ્રવ્ય) આહારશૃંખલા (Detritus Food Chain-DFC) મૃત કાર્બનિક દ્રવ્યોથી શરૂ થાય છે. તે વિઘટકોની બનેલી હોય છે કે જેઓ વિષમપોષી સજીવો છે, તેઓ મુખ્યત્વે ફૂગ અને બેક્ટેરિયા છે. તેઓ મૃત કાર્બનિક દ્રવ્યો કે મૃત અવશેષીય ઘટકોના વિઘટન (તોડવા-degrading) દ્વારા જરૂરી ઊર્જા કે પોષણ મેળવે છે. તેઓને **મૃતપોષીઓ (saprotrophs)** તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે (sapro = મૃત : to decompose = વિઘટન કરવું). વિઘટકો પાચક ઉત્સેચકો સ્રવિત કરે છે જે મૃત કે નકામા પદાર્થોને સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં ફેરવે છે, ત્યાર બાદ તેઓને તેમના જ દ્વારા શોષી લેવામાં આવે છે.

જલજ નિવસનતંત્રમાં ચરીય આહારશૃંખલા, ઊર્જાપ્રવાહ માટે મહત્વનું પાસું (સાધન) છે. તેની વિરુદ્ધ, સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં ચરીય આહારશૃંખલા (GFC) કરતાં મૃત આહારશૃંખલા દ્વારા ઘણી વધારે ઊર્જા પ્રવાહિત થાય છે. મૃત આહારશૃંખલાને કેટલાક સ્તરે ચરીય આહારશૃંખલા સાથે જોડી શકાય છે; મૃત આહારશૃંખલાના કેટલાક સજીવો ચરીય આહારશૃંખલાનાં પ્રાણીઓનો શિકાર (ભક્ષ્ય-prey) બની જાય છે તથા એક નૈસર્ગિક નિવસનતંત્ર (natural ecosystem)માં વંદા, કાગડા વગેરે જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ સર્વભક્ષી (omnivores) હોય છે. આ આહારશૃંખલાઓની પ્રાકૃતિક આંતરસંધિ એક **આહારજાળ**નું નિર્માણ કરે છે. *તમે માનવજાતને કેવી રીતે વર્ગીકૃત કરશો ?*

સજીવોના અન્ય સજીવો સાથેના આહારસંબંધોના આધારે તે નૈસર્ગિક પરિસર કે સમાજમાં ચોક્કસ સ્થાન પામે છે. તેમના પોષણ કે ખોરાકના સ્રોત પર આધારિત, બધા સજીવો આહાર-શૃંખલામાં ચોક્કસ સ્થાન લે છે જેને તેમના **પોષકસ્તર (trophic level)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ઉત્પાદકો એ પ્રથમ પોષકસ્તરે, તૃણાહારીઓ (પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ) દ્વિતીયક પોષકસ્તરે અને માંસાહારીઓ (દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ) તૃતીયક પોષકસ્તરે સમાવેશિત છે (આકૃતિ 12.2).



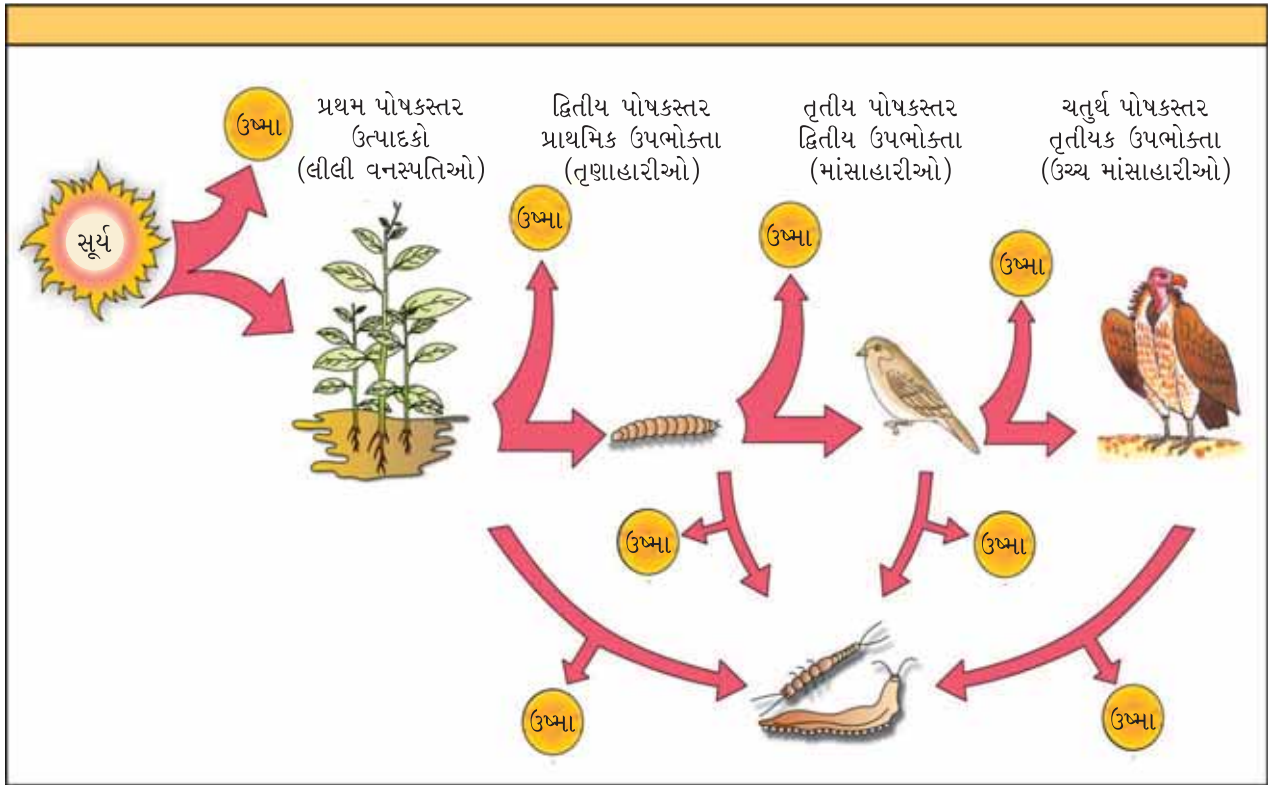
આકૃતિ 12.2 : નિવસનતંત્રમાં પોષકસ્તરોનું રેખાંકિત નિરૂપણ



અહીં અગત્યના મુદ્દાની નોંધ કરવા જેવી છે કે અનુક્રમિત પોષકસ્તરે ઊર્જાની માત્રા (પ્રમાણ) ઘટતી જાય છે. જ્યારે કોઈ સજીવો મૃત્યુ પામે છે ત્યારે તેઓ મૃત અવશેષીય ઘટકો કે મૃત જૈવભારમાં ફેરવાઈ જાય છે જે વિઘટકો માટે ઊર્જાના એક સ્રોતનું કામ કરે છે. દરેક પોષકસ્તરે સજીવો તેમની ઊર્જાની આવશ્યકતા માટે તેમનાથી નિમ્ન પોષકસ્તર પર આધાર રાખે છે.

દરેક પોષકસ્તર એક ચોક્કસ સમયે જીવંત પદાર્થોનો કેટલોક જથ્થો ધરાવે છે તેને **પ્રાપ્ય પાક (standing crop)** કહેવાય છે. પ્રાપ્ય પાકને સજીવોનો જથ્થો (જૈવભાર) કે એકમ વિસ્તારમાં તેમની સંખ્યા દ્વારા માપી શકાય છે. એક જાતિના જૈવભારને તેના તાજા કે શુષ્ક વજન (fresh or dry weight)ના શબ્દોમાં અભિવ્યક્ત કરવામાં આવે છે. જૈવભારનું માપન તેના શુષ્ક વજનમાં થાય તે ખૂબ જ ઉચિત છે. શા માટે ?

ચરીય આહારશૃંખલામાં પોષકસ્તરોની સંખ્યા મર્યાદિત હોય છે એ પ્રકારે ઊર્જા-પ્રવાહનું સ્થાનાંતરણ 10% ના નિયમને અનુસરે છે. એટલે કે દરેક નિમ્ન પોષકસ્તરમાંથી તેનાથી ઉચ્ચ પોષકસ્તર પર માત્ર 10 % જ ઊર્જા પ્રવાહિત થાય છે. પ્રકૃતિમાં, આવા ઘણાબધા સ્તરોની સંભાવના રહેલી છે - જેમકે ચરીય આહારશૃંખલામાં ઉત્પાદકો, તૃણાહારીઓ, પ્રાથમિક માંસાહારીઓ, દ્વિતીયક માંસાહારીઓ વગેરે (આકૃતિ 12.3). શું તમે વિચારી શકો છો કે, મૃત આહારશૃંખલામાં આવી કોઈ સીમામર્યાદા હોય ?



આકૃતિ 12.3 : વિવિધ પોષકસ્તરોમાં ઊર્જાપ્રવાહ

12.5 પરિસ્થિતિકીય પિરામિડો (Ecological Pyramids)

તમે પિરામિડના આકારથી ચોક્કસ પરિચિત હશો. પિરામિડનો પાયો (આધાર) પહોળો હોય છે અને તે ટોચ (શિખર) તરફ સાંકડો થતો જાય છે. વિભિન્ન પોષકસ્તરોએ ભલે તમે સજીવોનો આહાર કે ઊર્જા સાથે સંબંધ વ્યક્ત કરો તોપણ તમને પિરામિડનો આકાર સરખો જ મળશે. આથી, આ સંબંધને સંખ્યા, જૈવભાર કે ઊર્જા (શક્તિ)ના શબ્દોમાં વ્યક્ત કરી



શકાય છે. ઉત્પાદકો કે પ્રથમ પોષકસ્તર દરેક પિરામિડના પાયાનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. જ્યારે તૃતીયક કે ઉચ્ચ સ્તરના ઉપભોગીઓ તેની ટોચનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે.

ત્રણ પ્રકારના પરિસ્થિતિકીય પિરામિડો કે જેમનો સામાન્ય રીતે અભ્યાસ કરવામાં આવે છે : (a) સંખ્યાના પિરામિડ (pyramid of number) (b) જૈવભારના પિરામિડ (pyramid of biomass) અને (c) ઊર્જાના પિરામિડ (pyramid of energy). વિસ્તૃત જાણકારી માટે આકૃતિ 12.4 (a), (b), (c) અને (d) જુઓ.

પોષકસ્તર

વ્યક્તિગત સજીવોની સંખ્યા

TC (તૃતીયક ઉપભોક્તા)

3

SC (દ્વિતીયક ઉપભોક્તા)

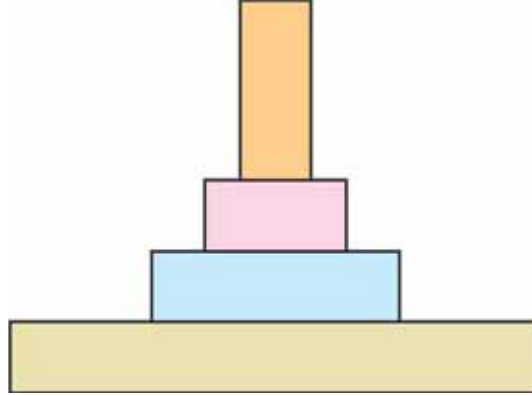
3,54,000

PC (પ્રાથમિક ઉપભોક્તા)

7,08,000

P (ઉત્પાદક)

5,842,000



આકૃતિ 12.4 (a): તૃણભૂમિ નિવસનતંત્રમાં સંખ્યાનો પિરામિડ. લગભગ 60 લાખ (6 millions) જેટલી વનસ્પતિઓનાં ઉત્પાદન પર આધારિત નિવસનતંત્રનું સમર્થન કરતા માત્ર 3 ઉચ્ચ કક્ષાના માંસાહારીઓ છે

પોષકસ્તર

શુષ્ક વજન (kg m^{-2})

TC

1.5

SC

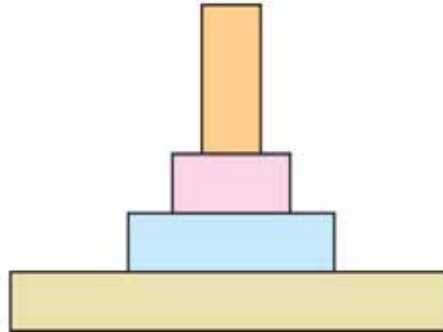
11

PC

37

P

809



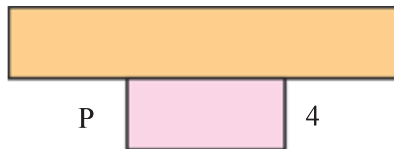
આકૃતિ 12.4 (b): ઉચ્ચ પોષક સ્તરે જૈવભારમાં તીવ્ર ઘટાડો દર્શાવતો જૈવભારનો પિરામિડ

PC

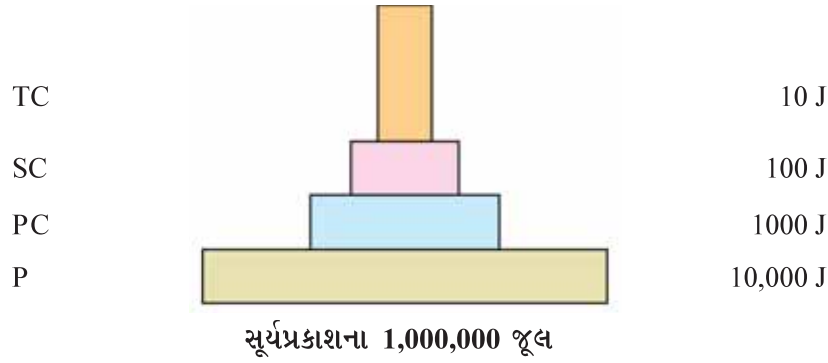
21

P

4



આકૃતિ 12.4 (c): પ્રાણીપ્લવકના વ્યાપક સ્થિત (સ્થાયી) પાકનું સમર્થન કરતા વનસ્પતિપ્લવકના નાના સ્થિત પાકનો જૈવભારનો અધોવર્તી (ઊલટો) પિરામિડ



આકૃતિ 12.4 (d): ઊર્જાનો એક આદર્શ પિરામિડ. જે અવલોકિત કરે છે કે પ્રાથમિક ઉત્પાદકો સૂર્ય પ્રકાશમાં તેમના માટે ઉપલબ્ધ ઊર્જાના ફક્ત 1 % જ ઊર્જાને વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદન (NPP)માં પરિવર્તિત કરે છે

ઊર્જાપ્રમાણ, જૈવભાર કે સંખ્યાઓની કોઈ પણ ગણતરીમાં પોષકસ્તરે રહેલા બધા સજીવોનો સમાવેશ કરવો જોઈએ. જો આપણે કોઈ પણ પોષકસ્તરે રહેલા ફક્ત થોડાક જ વ્યક્તિગત સજીવોને ગણતરીમાં લઈએ તો આપણા દ્વારા કરવામાં આવેલ કોઈ પણ સામાન્યીકરણ (generalization) સાચું નહિ થાય. ક્યારેક એક વ્યક્તિગત સજીવ એક જ સમયે એકસાથે એક કરતાં વધારે પોષકસ્તરોમાં જોવા મળે છે. આપણે એ અવશ્ય ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે પોષકસ્તર એ એક ક્રિયાત્મક સ્તર (functional level)નું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે, નહિ કે આવી કોઈ જાતિનું. આપેલ જાતિ, એક જ સમયે એ જ નિવસનતંત્રમાં એક કરતાં વધારે પોષકસ્તરે ઉપસ્થિત થઈ શકે છે; ઉદાહરણ તરીકે, એક ચકલી (sparrow) જ્યારે બીજ, ફળ તથા વટાણા ખાય છે ત્યારે તે પ્રાથમિક ઉપભોક્તા છે પરંતુ જ્યારે તે કીટકો (insects) અને કૃમિઓ (worms) ખાય છે ત્યારે તે દ્વિતીયક ઉપભોક્તા હોય છે. શું તમે એ વિવરણ આપી શકો છો કે એક આહારશૃંખલામાં મનુષ્ય કેટલા પોષકસ્તરોએ ક્રિયાશીલ હોઈ શકે ?

મોટા ભાગનાં નિવસનતંત્રોમાં, સંખ્યાના, જૈવભારના અને ઊર્જાનાં બધાં પિરામિડો સીધાં હોય છે, એટલે કે ઉત્પાદકો સંખ્યામાં અને જૈવભારમાં તૃણાહારીઓ કરતાં વધારે હોય છે અને આ જ રીતે તૃણાહારીઓ સંખ્યામાં અને જૈવભારમાં માંસાહારીઓ કરતાં વધારે હોય છે. આ પ્રકારે નિમ્ન પોષકસ્તરે ઊર્જાની માત્રા હંમેશાં ઉચ્ચ પોષકસ્તરો કરતાં વધુ હોય છે.

આ સામાન્યીકરણમાં કેટલાક અપવાદો (exceptions) છે; જો તમે એક મોટા વૃક્ષ પર આહાર માટે આધાર રાખતા કીટકોની સંખ્યાની ગણતરી કરો તો તમને કેવા પ્રકારનો પિરામિડ મળશે ? હવે એમાં એ નાના કીટકો પર નિર્ભર રહેતાં નાનાં પક્ષીઓની સંખ્યા ઉમેરો અને તેની ગણતરી કરો. એની સાથે કીટભક્ષી નાનાં પક્ષીઓ પર નિર્ભર રહેતાં મોટાં પક્ષીઓની ગણતરી કરો. હવે તમને પ્રાપ્ત થતી સંખ્યા (આંકડા)નો આકાર દોરો.

સમુદ્રમાં જૈવભારના પિરામિડ પણ સામાન્યપણે અધોવર્તી (ઉલટા-inverted) હોય છે, કારણ કે માછલીઓનો જૈવભાર વનસ્પતિપ્લવકો (phytoplanktons)ના કરતાં ખૂબ જ વધારે હોય છે. શું આ એક વિરોધાભાસ નથી ? તમે તેને કેવી રીતે સમજાવશો ?

ઊર્જાના પિરામિડ હંમેશાં ઊર્ધ્વવર્તી (સીધા-upright) જ હોય છે, ક્યારેય ઊલટા શક્ય નથી કારણ કે જ્યારે એક ચોક્કસ પોષકસ્તરેથી બીજા પોષકસ્તરે ઊર્જા પ્રવાહિત થાય છે ત્યારે દરેક તબક્કે કેટલીક ઊર્જા ઉષ્માસ્વરૂપે હંમેશાં ગુમાવાય છે. ઊર્જા પિરામિડમાં દરેક સ્તંભ (bar) આપેલ સમયમાં કે વાર્ષિક પ્રતિ એકમ વિસ્તારમાં દરેક પોષકસ્તરે હાજર રહેલ ઊર્જાની માત્રાનું સૂચન છે.



આથી, પરિસ્થિતિકીય પિરામિડોની કેટલીક સીમા મર્યાદાઓ (limitations) છે, જેમકે પિરામિડમાં એવી પણ જાતિઓનો સમાવેશ થાય છે કે જેઓ બે કે બે કરતાં વધારે પોષકસ્તરો સાથે સંબંધિત હોય તેને ગણતરીમાં લેવાતી નથી. તેનાથી એક સરળ આહારશૃંખલા રચાય છે જેનું પ્રકૃતિમાં કદી પણ અસ્તિત્વ નથી હોતું; તેમાં આહારજાળનો સમાવેશ થતો નથી. એથી પણ વધારે, મૃતોપજીવી (saprophytes)ઓ નિવસનતંત્રમાં મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે, છતાં પણ પરિસ્થિતિકીય પિરામિડોમાં તેમને કોઈ સ્થાન આપવામાં આવેલ નથી.

સારાંશ

નિવસનતંત્ર એ પ્રકૃતિનો રચનાત્મક અને ક્રિયાત્મક એકમ (functional unit) છે અને તેમાં અજૈવિક (નિર્જીવ) તથા જૈવિક (સજીવ) ઘટકો સમાવેશિત છે. હવા, પાણી અને જમીન અકાર્બનિક અજૈવિક ઘટકો જ્યારે ઉત્પાદકો (producers), ઉપભોગીઓ (consumers) અને વિઘટકો (decomposers) એ જૈવિક ઘટકો છે. અજૈવિક અને જૈવિક ઘટકો વચ્ચેની આંતરક્રિયાઓના પરિણામ સ્વરૂપ દરેક નિવસનતંત્ર વિશિષ્ટ ભૌતિક સંરચના ધરાવે છે. નિવસનતંત્રની બે મુખ્ય રચનાકીય વિશિષ્ટતાઓ - જાતિ-સંગઠન (species composition) અને સ્તરીકરણ (stratification) છે. પોષણના સ્રોતને આધારે દરેક સજીવનું નિવસનતંત્રમાં એક ચોક્કસ સ્થાન હોય છે.

ઉત્પાદકતા, વિઘટન, ઊર્જાપ્રવાહ અને પોષકચક્રણ નિવસનતંત્રના ચાર અગત્યનાં ઘટકો છે. સૌરઊર્જાના ગ્રહણનો દર કે ઉત્પાદકોનું જૈવભાર ઉત્પાદન એ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા છે. તે બે પ્રકારોમાં વિભાજિત છે : કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (GPP) અને વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (NPP). સૌરઊર્જાના ગ્રહણનો દર કે અકાર્બનિક દ્રવ્યોના કુલ ઉત્પાદનને કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા કહેવાય છે. ઉત્પાદકોના ઉપયોગ પછી બાકી રહેલ જૈવભાર કે ઊર્જા વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા છે. દ્વિતીયક ઉત્પાદકતા એ વિઘટકો દ્વારા આહારઊર્જાનો સ્વાંગીકરણ (પરિપાચન-assimilation) દર હોય છે. વિઘટનમાં, વિઘટકો દ્વારા મૃત દ્રવ્યોનાં જટિલ કાર્બનિક સંયોજનો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, પાણી અને અકાર્બનિક પોષકોમાં ફેરવાય છે. વિઘટનમાં ત્રણ પ્રક્રિયાઓ સંકળાયેલી છે જે મૃત દ્રવ્યોનું અવખંડન (fragmentation), ધોવાણ (leaching) અને અપચય (catabolism) તરીકે નામાંકિત છે.

ઊર્જાપ્રવાહ (energy flow) એકમાર્ગીય છે. પહેલા, વનસ્પતિઓ સૌરઊર્જા ગ્રહણ કરે છે અને પછી, ખોરાક ઉત્પાદકોમાંથી વિઘટકોમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે. પ્રકૃતિમાં, વિવિધ પોષકસ્તરોના સજીવો તેમના આહાર કે ઊર્જાસંબંધે એકબીજા સાથે સંકળાઈને આહારશૃંખલાની રચના કરે છે. નિવસનતંત્રનાં વિવિધ ઘટકો દ્વારા પોષકતત્વોનો સંચય અને ગતિશીલતા પોષકચક્રણ (nutrient cycling) કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયા દ્વારા પોષકોનો વારંવાર ઉપયોગ થાય છે. પોષકચક્રોના બે પ્રકારો છે : વાયુરૂપ અને અવસાદી. વાતાવરણ કે જલાવરણ એ વાયુરૂપ પ્રકારના ચક્ર (કાર્બન) માટેનું સંચયસ્થાન (reservoir) છે, જ્યારે પૃથ્વીનું પડ (પોપડો) એ અવસાદી પ્રકાર (ફોસ્ફરસ) માટેનું સંચયસ્થાન છે. નિવસનતંત્રની પ્રક્રિયાઓની નીપજોને નિવસનતંત્રકીય સેવાઓનું નામ આપવામાં આવે છે. દા.ત., જંગલો દ્વારા હવા અને પાણીનું શુદ્ધીકરણ.

સ્વાધ્યાય

1. ખાલી જગ્યા ભરો :

- વનસ્પતિઓ _____ કહેવાય છે; કારણ કે તેઓ કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું સ્થાયીકરણ કરે છે.
- વૃક્ષો દ્વારા પ્રભાવિત નિવસનતંત્રમાં સંખ્યાનો પિરામિડ _____ પ્રકારનો હોય છે.
- જલીય નિવસનતંત્રમાં, ઉત્પાદકતા માટે સિમાંતક કારક _____ છે.



- (d) આપણા નિવસનતંત્રમાં સામાન્ય મૃતબક્ષીઓ _____ છે.
- (e) પૃથ્વી પર કાર્બનનું મુખ્ય સંચયસ્થાન (ભંડાર) _____ છે.
2. એક આહારશૃંખલામાં નીચેના પૈકી કયું એક સૌથી મોટી વસ્તી ધરાવે છે ?
 - (a) ઉત્પાદકો
 - (b) પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ
 - (c) દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ
 - (d) વિઘટકો
3. તળાવમાં દ્વિતીય પોષકસ્તર એ.....
 - (a) વનસ્પતિપ્લવકો
 - (b) પ્રાણીપ્લવકો
 - (c) સમુદ્રના તળિયાની જીવસૃષ્ટિ
 - (d) માછલીઓ
4. તે દ્વિતીયક ઉત્પાદકો છે :
 - (a) તૃણાહારીઓ
 - (b) ઉત્પાદકો
 - (c) માંસાહારીઓ
 - (d) ઉપરનું એક પણ નહિ
5. પ્રાસંગિક સૌર વિકિરણમાં પ્રકાશસંશ્લેષણીય સક્રિય વિકિરણ (PAR)ના કેટલા % હોય છે ?
 - (a) 100 %
 - (b) 50 %
 - (c) 1-5 %
 - (d) 2-10 %
6. નીચેના વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરો :
 - (a) ચરીય આહારશૃંખલા અને મૃત આહારશૃંખલા
 - (b) ઉત્પાદન અને વિઘટન
 - (c) ઊર્ધ્વવર્તી (સીધો) અને અધોવર્તી (ઊલટો) પિરામિડ
 - (d) આહારશૃંખલા અને આહારજાળ
 - (e) કચરો અને મૃતદ્રવ્યો
 - (f) પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા અને દ્વિતીયક ઉત્પાદકતા
7. નિવસનતંત્રનાં ઘટકોનું વર્ણન કરો.
8. પરિસ્થિતિકીય પિરામિડ વ્યાખ્યાયિત કરો અને સંખ્યા તથા જૈવભારના પિરામિડો ઉદાહરણ સહિત વર્ણવો.
9. પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા શું છે ? એવાં પરિબળો (કારકો)નું સંક્ષિપ્ત વર્ણન આપો જે પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા પર અસર કરે છે.
10. વિઘટનને વ્યાખ્યાયિત કરો અને વિઘટનની પ્રક્રિયાઓ તથા નીપજો વર્ણવો.
11. નિવસનતંત્રમાં ઊર્જાપ્રવાહનો અહેવાલ આપો.



પ્રકરણ 13

જૈવ-વિવિધતા અને સંરક્ષણ (Biodiversity and Conservation)

13.1 જૈવ-વિવિધતા

13.2 જૈવ-વિવિધતાનું સંરક્ષણ

જો દૂર રહેલી આકાશગંગા (galaxy)માંથી કોઈ પરગ્રહી (Alien) આપણા પૃથ્વી ગ્રહની મુલાકાતે આવે, તો સૌથી પહેલી વાત તેને અભિભૂત અને અચંબિત (amaze and baffle) કરશે, જે કદાચ આપણા (પૃથ્વી પરના) જીવનની અતિવિશાળ વિવિધતા હશે કે જેનો તે સામનો કરશે. માનવીઓ માટે પણ, સજીવ જીવનની વિવિધતાસભર સમૃદ્ધ જાતિઓ કે જેની સાથે આ ગ્રહ પર આપણે રહીએ છીએ તે આપણને આશ્ચર્યચકિત તેમજ મંત્રમુગ્ધ (astonish and fascinate) કર્યા વગર રહેતી નથી. સામાન્ય મનુષ્ય પણ ખૂબ જ મુશ્કેલીથી વિશ્વાસ કરશે કે અહીં આપણી પૃથ્વી પર 20,000 કીડીની જાતિઓ, 3,00,000 ભુંગકીટક (beetles) જાતિઓ, 28,000 માછલીની જાતિઓ તથા લગભગ 20,000 જેટલી ઓર્કિડની જાતિઓ છે. પરિસ્થિતિવિદો અને ઉદ્ભવિકાસકીય જીવશાસ્ત્રીઓ કેટલાક આવશ્યક પ્રશ્નો પૂછીને આ વિવિધતાની મહત્ત્વતાને સમજવાનો પ્રયત્ન કરી રહ્યા છે - જેમકે; અહીં આટલી બધી વિભિન્ન જાતિઓ કેમ છે ? શું આ મહાન વિવિધતા પૃથ્વીના ઇતિહાસની સાથે જ અસ્તિત્વ પામેલ છે ? આ વૈવિધ્ય કેવી રીતે અને ક્યાંથી આવ્યું ? જીવાવરણ માટે આ વિવિધતા કેવી રીતે અને શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે ? જો આ વિવિધતા ખૂબ જ ઓછી હોત તો શું તેની કાર્યકી પણ કોઈક રીતે અલગ હોત ? જીવનની આ વિવિધતાથી મનુષ્યો કેવી રીતે લાભ મેળવી શકે છે ?

13.1 જૈવ-વિવિધતા (Biodiversity)

આપણા જીવાવરણમાં અપાર વિવિધતા (heterogeneity)નું અસ્તિત્વ માત્ર જાતીય સ્તરે જ નહીં પરંતુ, જૈવિક સંગઠન (organization)ના દરેક સ્તરે કોષોની અંદર રહેલા મહાઅણુઓથી લઈ જૈવ વિસ્તારો સુધી વિસ્તરિત છે. જૈવ-વિવિધતા શબ્દ સામાજિકજીવવૈજ્ઞાનિક (socio-biologist) એડવર્ડ વિલ્સન (Edware Wilson)



દ્વારા જૈવિક સંગઠનના દરેક સ્તરે સંકળાયેલી વિવિધતાના વર્ણન માટે પ્રચલિત કરવામાં આવ્યો છે. તેમાંથી ખૂબ જ અગત્યના શબ્દો નીચે પ્રમાણે છે :

- (i) **જનીનિક વિવિધતા (Genetic diversity)** : એક જાતિ જનીનિક સ્તરે તેના વિતરણક્ષેત્રમાં ખૂબ જ વિવિધતા દર્શાવી શકે છે. હિમાલયના વિવિધ વિસ્તારોમાં ઊગતી ઔષધીય વનસ્પતિ સર્પગંધા (*Rauwolfia vomitoria*) દ્વારા દર્શાવાતી જનીનિક વિવિધતા એ તેના દ્વારા ઉત્પાદિત સક્રિય રસાયણ (રીસર્પિન-reserprine)ની ક્ષમતા તથા સાંદ્રતાના અર્થમાં (સંબંધમાં) હોઈ શકે છે. ભારત 50,000થી પણ વધારે જનીનિક રીતે ભિન્ન ચોખા (rice)ની ધાન્યજાતિઓ તથા 1000થી પણ વધારે આંબા (કેરી)ની જાતિઓ ધરાવે છે.
- (ii) **જાતિ-વિવિધતા (Species diversity)** : આ વિવિધતા જાતિસ્તરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, પશ્ચિમ ઘાટ (Western Ghats)ની ઉભયજીવી (amphibian) જાતિઓની વિવિધતા પૂર્વીય ઘાટ (Eastern Ghats) કરતાં વધારે છે.
- (iii) **પરિસ્થિતિકીય વિવિધતા (Ecological diversity)** : આ વિવિધતા નિવસનતંત્ર સ્તરે છે. ઉદાહરણ તરીકે ભારત પાસે રણપ્રદેશો (deserts), વર્ષાવનો (rain forests), દરિયાકિનારાના ક્ષારયુક્ત વિસ્તારો (mangroves), પરવાળા ટાપુઓ (coral reefs), ભેજયુક્ત ભૂમિ (wetlands), વેલાનદ્મુખી પ્રદેશો (estuaries) અને પહાડો પરની વનસ્પતિઓ કે પહાડો પરનાં ઘાસનાં મેદાનો (alpine meadows) જેવી પરિસ્થિતિકીય વિવિધતા - એ નોર્વે (Norway) જેવા સ્કેન્ડિનેવિયન (Scandinavian) દેશ કરતાં વધારે છે.

પ્રકૃતિમાં આ સમૃદ્ધ વિવિધતાને એકત્ર થવા માટે ઉદ્વિકાસનાં લાખો વર્ષો લાગે છે, પરંતુ જો જાતિ ગુમાવવાનો (species losses) આ વર્તમાન દર સતત ચાલુ રહેશે તો આપણે આ બધી જ સંપત્તિને બે સદી કરતાં પણ ઓછા સમયમાં ગુમાવી શકીએ છીએ. જૈવ-વિવિધતા અને તેનું સંરક્ષણ (conservation) આજકાલ દરેકના હિતસંબંધી આંતરરાષ્ટ્રીય અતિઆવશ્યક પર્યાવરણીય મુદ્દાઓ છે. કારણ કે આ ગ્રહ પર આપણી ચિરંજીવિતા અને સુખાકારી (survival and well-being) માટે સમગ્ર વિશ્વમાં વધુમાં વધુ લોકોને જૈવ-વિવિધતાની ચિંતાજનક મહત્વતા (critical importance)નું ભાન થયું છે કે તેનો વાસ્તવિક ખ્યાલ આવ્યો છે.

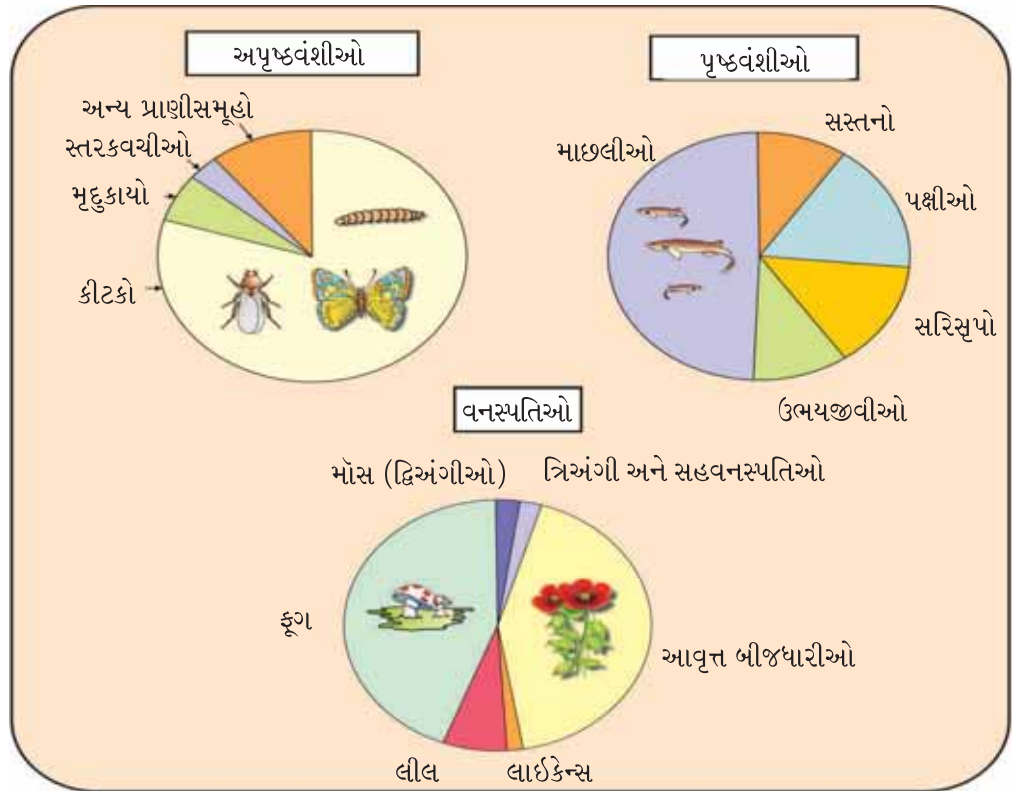
13.1.1 પૃથ્વી પર તથા ભારતમાં કેટલી જાતિઓ છે ? (How many Species are there on Earth and How Many in India ?)

હમણાં સુધી શોધાયેલી અને નામાંકિત (discovered and named) બધી જ જાતિઓની નોંધણી પ્રકાશિત કરવામાં આવેલી છે. આપણે જાણીએ છીએ કે, આજ સુધી આ બધામાંથી કેટલી બધી જાતિઓ નોંધાયેલી છે. પરંતુ પૃથ્વી પર કેટલી જાતિઓ છે ? આ પ્રશ્નનો જવાબ આપવો સહેલો નથી. IUCN (International Union for Conservation Of Nature And Natural Resources)-2004 પ્રમાણે આજ સુધીની વર્ણન કરાયેલી વનસ્પતિ અને પ્રાણી-જાતિઓની કુલ સંખ્યા 1.5 મિલિયન કરતાં સહેજે વધારે છે, પરંતુ આપણને સ્પષ્ટ ખ્યાલ નથી કે હજુ કેટલી જાતિઓની શોધ તથા વર્ણન કરવાનું બાકી છે. અંદાજ લગાવવામાં ખૂબ જ વ્યાપકતા છે તથા તેમનામાંથી ઘણી તો માત્ર પ્રશિક્ષિત રીતે ધારણા (guesses) જ છે. ઘણા વર્ગીકરણીય સમૂહો (જૂથો-groups) માટે, જાતિઓની શોધ ઉષ્ણકટિબંધીય (tropical) દેશો કરતાં સમશિતોષ્ણ (temperate) દેશોમાં વધુ પરિપૂર્ણ છે. એ ધ્યાનમાં લેવાયું કે ઉષ્ણકટિબંધમાં નોંધપાત્ર રીતે (overwhelmingly) મોટા પ્રમાણમાં જાતિઓની શોધ બાકી છે. જીવશાસ્ત્રીઓએ ઉષ્ણકટિબંધીય તેમજ સમશિતોષ્ણ પ્રદેશોમાં કીટકો (insects)ના સમૂહોની જાતિસમૃદ્ધિનો કંટાળાજનક (exhaustively) અભ્યાસ કરી તેમની આંકડાકીય તુલના કરી અને આ પ્રમાણ (ગુણોત્તર-ratio)માં તે વિસ્તારોનાં પ્રાણીઓ તથા વનસ્પતિઓનાં અન્ય જૂથોને આવરી લઈ (ઉમેરો કરી) પૃથ્વી પરની જાતિઓની કુલ સંખ્યાનો એકંદર અંદાજ (gross estimate) લગાવ્યો. કેટલાક આખરી અંદાજ



(extreme estimate)નો વિસ્તાર 20થી 50 મિલિયન (2થી 5 કરોડ) સુધીનો છે, પરંતુ રોબર્ટ મે (Robert May) દ્વારા કરવામાં આવેલ વધુ સંતુલિત અને વૈજ્ઞાનિક રીતે સચોટ અંદાજ (sound estimate) પ્રમાણે વૈશ્વિક જાતિ-વિવિધતા લગભગ 7 મિલિયન (70 લાખ) જેટલી છે.

ચાલો, આપણે વર્તમાન ઉપલબ્ધ જાતિ-સંશોધનોને આધારે પૃથ્વીની જૈવ-વિવિધતા વિશેના કેટલાક રસપ્રદ ઉદ્દેશો (interesting aspects)ને જોઈએ. બધી અંદાજિત જાતિઓના 70 % કરતાં પણ વધારે પ્રાણીઓ છે જ્યારે બધી વનસ્પતિઓ (લીલ, ફૂગ, દ્વિઅંગી, અનાવૃત્ત બીજધારીઓ તથા આવૃત્ત બીજધારીઓ સમાવેશિત) ભેગી કરીએ તોપણ તે કુલ ટકાવારીના 22 % કરતાં વધારે નથી. પ્રાણીઓમાં, કીટકો એ સૌથી વધારે જાતિસમૃદ્ધિ ધરાવતો વર્ગીકરણીય સમૂહ છે, તે પ્રાણીઓની કુલ ટકાવારીના 70 %થી પણ વધારે છે, એનો અર્થ એ છે કે, આ ગ્રહ પર દરેક 10 પ્રાણીઓએ 7 કીટકો છે. ફરીથી, કીટકોના આ વિપુલ વૈવિધ્યને આપણે કેવી રીતે સમજાવીએ ? વિશ્વમાં ફૂગની જાતિઓની સંખ્યા એ મત્સ્ય (fishes), ઉભયજીવી (amphibians), સરિસૃપ (reptiles) તથા સસ્તનો (mammals)ની જાતિઓની એકત્રિત કુલ સંખ્યા કરતાં પણ વધારે છે. આકૃતિ 13.1માં કેટલાક મુખ્ય વર્ગકો (taxa)ની જાતિસંખ્યા દર્શાવતું જૈવ-વિવિધતાનું ચિત્રણ કરવામાં આવ્યું છે.



આકૃતિ 13.1 : વૈશ્વિક જૈવ-વિવિધતાનું પ્રતિનિધિત્વ-અપૃષ્ઠવંશી, પૃષ્ઠવંશી તથા વનસ્પતિ-જાતિઓના વર્ગકોની પ્રમાણસર સંખ્યા

તે વાત નોંધવી જોઈએ કે, આ અંદાજ આદિકોષકેન્દ્રીય સજીવો (prokaryotic organisms) માટેની કોઈ સંખ્યા આપતો નથી. જીવશાસ્ત્રીઓને એ ચોક્કસ ખાતરી નથી કે આદિકોષકેન્દ્રીય જાતિઓની સંખ્યા કેટલી હોઈ શકે છે. સમસ્યા એ છે કે પરંપરાગત (conventional) વર્ગીકરણની રીતો સૂક્ષ્મજીવોને ઓળખવા માટે યોગ્ય કે ઉચિત નથી તથા ઘણી જાતિઓનું પ્રયોગશાળામાં સંવર્ધન યોગ્ય નથી. જો આ સમૂહની જાતિઓના વર્ણન માટે જૈવરાસાયણિક (biochemical) અથવા આણ્વિક (molecular) માપદંડો અપનાવવામાં આવે ત્યારે તેમની વિવિધતા લાખોમાં પહોંચી શકે છે.



તેમ છતાં ભારત એ વિશ્વના કુલ જમીનવિસ્તારના માત્ર 2.4 % જ જમીનવિસ્તાર ધરાવે છે, પરંતુ તેની વૈશ્વિક જાતિવિવિધતા પ્રભાવશાળી (an impressive) રીતે 8.1 % છે. આ જ કારણ છે કે ભારત પણ વિશ્વના 12 મોટી વિવિધતા ધરાવતા દેશો પૈકી એક છે. ભારતમાં લગભગ 45 હજાર જેટલી વનસ્પતિજાતિઓ તથા તેના કરતાં બેગણાથી પણ વધારે પ્રાણીઓની જાતિઓની નોંધણી કરી શકાઈ છે. વાસ્તવિક રીતે આજ સુધી કેટલી જીવંત જાતિઓની શોધ તથા તેમનાં નામ આપવાના બાકી છે ? જો આપણે રોબર્ટ મેના વૈશ્વિક અંદાજ (global estimate)નો સ્વીકાર કરીએ ત્યારે હજુ સુધી માત્ર કુલ જાતિઓના 22 % જાતિઓની જ શોધ થઈ છે. ભારતમાં વિવિધતાની સંખ્યા માટે આ ટકાવારીના અમલનો આપણે અંદાજ લગાવીએ તો 1,00,000 (1 લાખ)થી વધારે વનસ્પતિઓની જાતિઓ તથા 3,00,000 (3 લાખ)થી વધારે પ્રાણીજાતિઓની શોધ તથા વર્ણન કરવાનું બાકી છે. શું આપણે ક્યારેય આપણા દેશની જૈવિક સંપદા (biological wealth)ની સંપૂર્ણ શોધ કરવા સક્ષમ બની શકીશું ? વિચાર કરો કે આ કાર્યને પૂર્ણ કરવા માટે કેટલી પ્રશિક્ષિત માનવશક્તિ-trained manpower (વર્ગીકરણવિદો-taxonomists) તથા કેટલા સમયની આવશ્યકતા પડશે. આ પરિસ્થિતિ હજુ પણ વધારે નિરાશાજનક (hopeless) દેખાય છે, જ્યારે આપણે સ્પષ્ટ રીતે જાણીએ છીએ કે, મોટા ભાગની આ જાતિઓ આપણે તેમની શોધ કરતાં પહેલાં જ વિલુપ્ત (extinct) થવાના ભયનો સામનો કરી રહી છે. પ્રકૃતિના જૈવિક પુસ્તકાલયમાં સંગૃહિત બધાં જ પુસ્તકોના શીર્ષકોને આપણા દ્વારા સૂચિબદ્ધ (catalogue) કરતાં પહેલાં જ તેમનો અગ્નિદાહ (burning) થઈ રહ્યો છે.

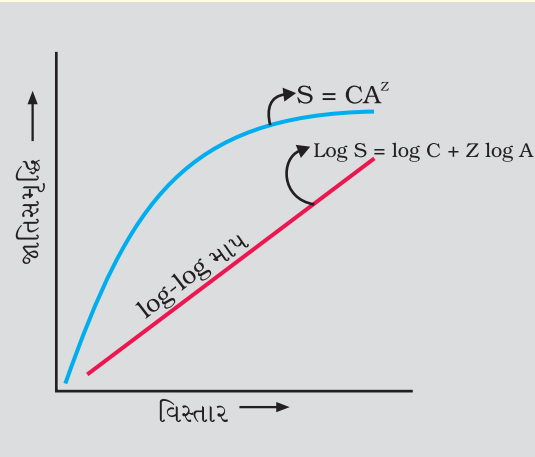
13.1.2 જૈવ-વિવિધતાનાં પ્રતિરૂપો/ભાતો (Patterns of Biodiversity)

- (i) **અક્ષાંશીય ઢોળાંશ (Latitudinal Gradients) :** પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓની વિવિધતા સમગ્ર વિશ્વમાં સમાન નહિ પરંતુ અસમાન વિતરણ દર્શાવે છે. પ્રાણીઓ તેમજ વનસ્પતિઓના ઘણા સમૂહો માટે, વિવિધતામાં રસપ્રદ ભાતો મળે છે, જેમાં ખૂબ જ જાણીતી વિવિધતામાં અક્ષાંશીય ક્રમબદ્ધ ઢોળાંશ (ઉત્તર-ચઢાવ) છે. સામાન્યતઃ વિષુવવૃત્ત (ભૂમધ્ય રેખા-equator)થી ધ્રુવો (poles) તરફ જઈએ તેમ જાતિવિવિધતા ઘટતી જાય છે. ફક્ત કેટલાક જ અપવાદો સાથે, વિષુવવૃત્તીય (ઉષ્ણકટિબંધિય) વિસ્તાર (અક્ષાંશીય સીમા 23.5° ઉત્તરથી 23.5° દક્ષિણ સુધી)માં સમશીતોષ્ણ કે ધ્રુવપ્રદેશો કરતાં વધારે જાતિઓ મળે છે. વિષુવવૃત્તથી નજીક રહેલા કોલંબિયા (colombia)માં 1400 જેટલી પક્ષીઓની જાતિઓ જ્યારે 41° ઉત્તરમાં રહેલા ન્યૂયોર્ક (New York)માં 105 જેટલી પક્ષીઓની જાતિઓ તથા 71° ઉત્તરમાં સ્થિત ગ્રીનલેન્ડ (Greenland) ફક્ત 56 પક્ષીઓની જાતિઓ ધરાવે છે. ભારત, કે જેનો અધિકતમ જમીનવિસ્તાર ઉષ્ણકટિબંધિય અક્ષાંશમાં છે તે 1200થી વધારે પક્ષીઓની જાતિઓ ધરાવે છે. ઇક્વાડોર જેવા ઉષ્ણકટિબંધિય વનવિસ્તારમાં વાહકપેશીધારી (vascular) વનસ્પતિઓની જાતિઓ યુ.એસ.એ. (USA)ના મધ્ય-પશ્ચિમ જેવા સમશીતોષ્ણ ક્ષેત્રના વનવિસ્તારો કરતાં 10 ગણી વધારે છે. દક્ષિણ અમેરિકામાં એમેઝોન (Amazon)ના મોટા ભાગના ઉષ્ણકટિબંધિય વર્ષાવનો પૃથ્વી પર સૌથી વધારે જૈવ-વિવિધતા ધરાવે છે. તે 40,000 હજાર વનસ્પતિઓની જાતિઓ, 3000 મત્સ્યની, 1300 પક્ષીઓની, 427 સસ્તનોની, 427 ઉભયજીવીઓની, 378 સરિસૃપોની તથા 1,25,000થી વધારે અપૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓની જાતિઓનું નિવાસસ્થાન છે. વૈજ્ઞાનિકોનું અનુમાન છે કે આ વર્ષાવનોમાં અત્યારે પણ ઓછામાં ઓછી 20,00,000 (2 મિલિયન) જેટલી કીટક જાતિઓની શોધ તથા નામકરણ કે ઓળખ બાકી છે.

વિષુવવૃત્તિય વિસ્તારમાં એવું શું વિશેષ છે, જે તેમની સૌથી વધારે વિવિધતા માટે કારણભૂત છે ? પરિસ્થિતિવિદો તથા ઉદ્વિકાસકીય જીવશાસ્ત્રીઓએ ઘણી પરિકલ્પનાઓ (hypothesis) પ્રસ્થાપિત કરી છે : જેમાંથી કેટલીક મહત્વની છે જે (a) જાતિઉદ્ભવ (speciation) સામાન્ય રીતે સમયનું કાર્ય છે. સમશીતોષ્ણ કટિબંધ આધીન વિસ્તારોમાં ભૂતકાળમાં વારંવાર હિમપ્રપાત (glaciation) થતો રહ્યો જ્યારે તેનાથી વિપરિત, ઉષ્ણકટિબંધિય અક્ષાંશો લાખો વર્ષોથી તેની સાપેક્ષે ખલેલ વગરના રહ્યા છે અને આ જ કારણે, જાતિવૈવિધ્યીકરણ માટે લાંબો ઉદ્વિકાસકીય સમય મળ્યો. (b) ઉષ્ણકટિબંધ પર્યાવરણ એ સમશીતોષ્ણ પર્યાવરણથી વિપરિત રીતે ઓછા મૌસમીય (ઋતુકીય) પરિવર્તનયુક્ત, પ્રમાણમાં વધુ સ્થિર અને ભવિષ્ય ભાખવાયોગ્ય (constant and predictable) અથવા તો અનુમાનિત રહ્યું. આવું સ્થિર પર્યાવરણ અનોખા વિશિષ્ટીકરણ (niche specialization)ને પ્રોત્સાહિત કરતું રહ્યું તથા સૌથી વધુ જાતિ-વિવિધતા તરફ દોરાયું. (c) વિષુવવૃત્તિય

પ્રદેશમાં વધુ સૌરઊર્જા (solar energy) ઉપલબ્ધ છે કે જે તેના ઉચ્ચ ઉત્પાદન (higher production)માં સહભાગી બને છે. આ ઉચ્ચ ઉત્પાદકતા સૌથી વધુ વિવિધતા માટે પરોક્ષ રીતે ફાળો આપી શકે છે.

- (ii) **જાતિ-વિસ્તારના સંબંધો (Species-Area relationships)** : જર્મનીના મહાન પ્રકૃતિવિદ્ અને ભૂગોળશાસ્ત્રી એલેક્ઝાંડર વોન હમ્બોલ્ટે (naturalist and geographer Alexander Von Humboldt) દક્ષિણ અમેરિકાનાં જંગલોના વેરાન પ્રદેશોમાં તેમના પ્રારંભિક અને વ્યાપક સંશોધન દરમિયાન અવલોકન કર્યું હતું કે, શોધખોળ (સંશોધન) વિસ્તારમાં વધારો કરવા સાથે કોઈ પ્રદેશની જાતિસમૃદ્ધિમાં વધારો થાય છે, પરંતુ માત્ર અમુક મર્યાદા સુધી જ. હકીકતમાં, વર્ગકો (આવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓ, પક્ષીઓ, ચામાચીડિયા, મીઠાજળની માછલીઓ)ની વ્યાપક વિવિધતા માટે જાતિસમૃદ્ધિ અને વિસ્તાર વચ્ચેનો સંબંધ એક લંબચોરસ અતિવલય (rectangular hyperbola) જોવા મળે છે (આકૃતિ 13.2). લઘુગુણક માપ પર, આ સંબંધ એ નીચેનાં સમીકરણ દ્વારા વર્ણવવામાં આવેલી એક સીધી રેખા છે.



આકૃતિ 13.2 : જાતિ-વિસ્તારના સંબંધનું પ્રદર્શન : માપન પર સંબંધ રેખિય બની જાય છે

$$\log S = \log C + Z \log A$$

જ્યાં S = જાતિસમૃદ્ધિ (Species richness)

A = વિસ્તાર (પ્રદેશ-Area)

Z = રેખાનો ઢાળ (સમાશ્રયણ ગુણાંક-Regression coefficient)

C = Y-અંતર્છેદ (Intercept)

પરિસ્થિતિવિદોએ શોધ્યું કે Z રેખાનું મૂલ્ય 0.1થી 0.2 વચ્ચેની ક્ષેત્રમર્યાદામાં હોય છે. પછી ભલે વર્ગીકરણીય સમૂહ કે પ્રદેશ (જેમકે બ્રિટન-Britainમાં વનસ્પતિઓ, કેલિફોર્નિયા-Californiaમાં પક્ષીઓ કે ન્યૂયોર્ક-New York રાજ્યમાં મૃદુકાયો-molluscs) કોઈ પણ હોય તેને અનુલક્ષીને સમાશ્રયણ રેખાનો ઢાળ આશ્ચર્યજનકરૂપે એકસમાન જ હોય છે. પરંતુ, જો તમે સમસ્ત ખંડો જેવા કોઈ ખૂબ જ વિશાળ પ્રદેશો વચ્ચેના જાતિ-વિસ્તાર સંબંધોનું પૃથક્કરણ (વિશ્લેષણ-analysis) કરશો તો તમને જોવા મળશે કે સમાશ્રયણ રેખાનો ઢોળાંશ ખૂબ જ વધારે તીવ્ર (steeper) છે (Z રેખાનું મૂલ્ય 0.6થી 1.2 જેટલી ક્ષેત્રમર્યાદામાં હોય છે). ઉદાહરણ માટે, વિવિધ ખંડોના ઉષ્ણકટિબંધિય જંગલોમાં ફળાહારી (ફળ ખાનારા-fruit eating) પક્ષીઓ અને સસ્તનોની Z રેખાનો ઢોળાવ 1.15 જેટલો જોવા મળશે. આ સંદર્ભમાં તીવ્ર ઢોળાંશનો અર્થ શું છે ?

13.1.3 નિવસનતંત્ર માટે જૈવ-વિવિધતાનું મહત્વ (The importance of Species Diversity to the Ecosystem)

શું કોઈ સમુદાય (community)માં જાતિની સંખ્યા ખરેખર નિવસનતંત્રની કામગીરી માટે મહત્વપૂર્ણ બાબત છે ? આ એક સવાલ છે કે, જેના માટે પરિસ્થિતિવિદો એક ચોક્કસ જવાબ આપી શક્યા નથી. ઘણા દાયકાઓ (decades) સુધી, પરિસ્થિતિવિદો માનતા હતા કે, વધુ જાતિઓ ધરાવતા સમુદાયો, સામાન્ય રીતે ઓછી જાતિઓ ધરાવતા સમુદાયો કરતાં વધારે સ્થિર વલણ (tend) ધરાવે છે.



એક જૈવિક સમુદાય માટે સચોટ સ્થિરતા શું છે ? એક સ્થિર સમુદાયે તેની ઉત્પાદકતામાં વર્ષ-વર્ષ ઘણો ફેરફાર (વધુ વિવિધતા) થવો જોઈએ નહિ; તે સમય-સમયે આવનાર અવરોધો માટે પ્રતિરોધક કે પ્રસંગોપાત્ વિશ્લેષો-resistant or occasional disturbances (કુદરતી કે માનવસર્જિત) સામે પ્રતિકારક અથવા સ્થિતિ-સ્થાપક (resilient) હોવું જોઈએ અને તે વિદેશી જાતિઓ દ્વારા થતા આક્રમણ માટે પ્રતિરોધક (resistant to invasions) પણ હોવું જ જોઈએ. આપણે જાણતા નથી કે આ લક્ષણો સમુદાયમાં જાતિસમૃદ્ધિ સાથે કેવી રીતે જોડાયેલાં છે, પરંતુ ડેવિડ ટિલમેને (David Tilman) કરેલ નિવસનતંત્ર માટેના દીર્ઘકાલીન ક્ષેત્ર પ્રયોગો આપણને પ્રયોગાત્મક જવાબો પૂરા પાડે છે. ટિલમેને નોંધ્યું કે વધુ જાતિઓ ધરાવતા ક્ષેત્ર (પ્રાયોગિક)માં વર્ષોવર્ષ કુલ જૈવભારમાં ઓછી ફેરફાર દર્શાવતા હતા. તેઓએ તેમના પ્રયોગોમાં એ પણ દર્શાવ્યું કે વધતી જતી વિવિધતા તેની ઉચ્ચ ઉત્પાદકતામાં ફાળો આપ્યો હતો.

તેમ છતાં આપણે સંપૂર્ણપણે જાણતા નથી કે, જાતિસમૃદ્ધિ કેવી રીતે નિવસનતંત્રને સારું કે તંદુરસ્ત બનાવી રાખવામાં સહયોગ આપે છે. આપણે ખ્યાલ કે સમજણ પૂરતું જાણીએ છીએ કે, સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતા એ ફક્ત નિવસનતંત્રની તંદુરસ્તી માટે જ આવશ્યક નથી પરંતુ આ ગ્રહ પર માનવજાતિના લાંબા અસ્તિત્વ કે જીવન ટકાવી રાખવા માટે પણ અનિવાર્ય છે. આ સમયે જ્યારે આપણે એકદમ ઘટતા જતા દરની ગતિએ (ભયંકર ચેતવણી આપતી ગતિએ-alarming pace) જાતિઓ ગુમાવી રહ્યા છીએ, ત્યારે કોઈ કદાચ પૂછે કે જો કેટલીક જાતિઓ લુપ્ત થઈ જાય તો શું આ બાબત આપણા માટે ખરેખર મહત્વની છે ? જો પશ્ચિમ ઘાટનાં વૃક્ષો પર જોવા મળતી દેડકાની એક જાતિ (tree frog species) હંમેશાં માટે વિલુપ્ત થઈ જાય તો શું પશ્ચિમ ઘાટનાં નિવસનતંત્રો ઓછાં ક્રિયાશીલ બની જશે ? જો પૃથ્વી પર કીડીઓની 20,000 જાતિઓને બદલે આપણી પાસે માત્ર 15,000 જાતિઓ જ રહે ત્યારે કહો કે તે આપણા જીવનની ગુણવત્તા પર કેવી રીતે અસર કરે છે ?

આવા સરળ પ્રશ્નોના કોઈ સીધા જવાબો નથી, પરંતુ સ્ટેન્ફોર્ડના પરિસ્થિતિવિદ્ પૉલ એહરલિક (Stanford ecologist Paul Ehrlich) દ્વારા ઉપયોગ કરવામાં આવેલી સાદૃશ્યતા (ધી રીવેટ પોપર પૂર્વધારણા-the ‘rivet popper hypothesis’) દ્વારા આપણે યોગ્ય વિચાર કે પરિપ્રેક્ષ્ય (perspective) વિકસિત કરી શકીએ છીએ. એક વિમાન જેવા નિવસનતંત્ર (નિવસનતંત્ર એક વાયુયાન જેવું છે કે જેમાં આપણે મુસાફરો જેવા છીએ)ના બધા જ ભાગોને હજારો ખીલીઓ (રીવેટ્સ) (જાતિઓ)ના ઉપયોગ દ્વારા એકસાથે જોડવામાં આવે છે. જો વિમાનના દરેક મુસાફરો તેમાં જડેલી એક-એક ખીલી (રીવેટ) ખોલીને તેમના ઘરે લઈ જવાનું શરૂ કરે (આવી રીતે જાતિઓ લુપ્ત થઈ જાય છે), ત્યારે શરૂઆતમાં તો વિમાનની સુરક્ષાને અસર થશે નહિ (નિવસનતંત્રની ક્રિયાશીલતા યોગ્ય રહેશે), પરંતુ જો વધુ ને વધુ ખીલીઓ ખોલી લેવામાં કે દૂર કરવામાં આવે, ત્યારે કેટલાક સમય પછી વિમાન જોખમી રીતે પડી ભાંગશે (dangerously weak). સાથે-સાથે એ પણ મહત્વનું છે કે કયો રીવેટ કાઢી નાંખવામાં આવ્યો છે તે પણ નિર્ણાયક કે અંતિમ જોખમી હોઈ શકે છે. વિમાનની અંદરની બાજુએ બેઠકો કે બારીઓ પરના થોડા રીવેટ્સની નુકસાની કરતાં તેની પાંખો પર રહેલા રીવેટ્સની ખોટ કે નુકસાની (એટલે કે ચાવીરૂપ જાતિઓ કે જે નિવસનતંત્રની મુખ્ય ક્રિયાવિધિને સંચાલિત કરે છે)થી દેખીતી રીતે વિમાનને સલામતી માટે ગંભીર જોખમ (serious threat) છે. (વિમાનની પાંખોના રીવેટ્સની અહીં નિવસનતંત્રની મુખ્ય જાતિઓ સાથે તુલના કરવામાં આવે છે.)

13.1.4 જૈવ-વિવિધતાની ક્ષતિ કે નુકસાની (Loss of Biodiversity)

જ્યારે કોઈ નવી જાતિઓનો પૃથ્વીના ખજાના (તિજોરી-treasury)માં ઉમેરો (જાતિઉદ્ભવ દ્વારા) કરવામાં આવે ત્યારે તે શંકાસ્પદ લાગે છે, પરંતુ તેમના સતત-નિરંતર નુકસાન વિશે કોઈ શંકા નથી. આપણા ગ્રહ (પૃથ્વી)ની જૈવિક સંપદા ખૂબ જ ઝડપથી ઘટી રહી છે અને આક્ષેપિત (આરોપી-accusing) આંગળી સ્પષ્ટપણે માનવપ્રવૃત્તિઓ તરફ ચિંધાઈ રહી છે. માનવીઓ દ્વારા ઉષ્ણકટિબંધિય પ્રશાંત વિસ્તારના બરફ આચ્છાદિત ટાપુઓ (tropical pacific islands)ના વસાહતીકરણ (colonization)ને કારણે ત્યાંનાં સ્થાનિક પક્ષીઓની 200થી પણ વધારે જાતિઓ લુપ્ત થઈ ગઈ છે. IUCN રેડ લિસ્ટ (Red List 2004)ના દસ્તાવેજ પુરાવાઓ પ્રમાણે પાછલાં 500 વર્ષોમાં 784 જાતિઓ (338 પૃષ્ઠવંશીઓ, 359 અપૃષ્ઠવંશીઓ-invertebrates, 87 વનસ્પતિઓની જાતિઓ સમાવેશિત) લુપ્ત થઈ ગઈ છે. તાજેતરની લુપ્ત જાતિઓ (extinction species)નાં કેટલાંક ઉદાહરણોમાં ડોડો-dodo (મોરેશિયસ-Mauritius), ક્વેગ્ગા-quagga (આફ્રિકા-Africa), થાયલેસિન-thylacine (ઓસ્ટ્રેલિયા-Australia), સ્ટીલર સી કાઉ-Steller Sea Cow (રશિયા-Russia) અને વાઘની ત્રણ ઉપજાતિઓ બાલી (Bali), જાવાન (Javan) તથા કાસ્પિયન (Caspian) છે. છેલ્લાં 20 (વીસ) વર્ષો જ 27 (સત્તાવીસ) જાતિઓના અદૃશ્ય થવાના સાક્ષી (witness) રહ્યા છે. અહેવાલોનું કાળજીપૂર્વકનું આંકડાકીય પૃથક્કરણ (વિશ્લેષણ) દર્શાવે



છે કે સમગ્ર વર્ગકોનું વિલોપન એ યાદૃચ્છિક (random) નથી; જેમકે ઉભયજીવીઓ જેવાં કેટલાંક જૂથો લુપ્ત થવા માટે વધુ સંવેદનશીલ (more vulnerable to extinction) લાગે છે. લુપ્તતાના ભયાનક દૃશ્ય (grim scenario of extinction)માં ઉમેરો કરતાં એ પણ હકીકત (fact) છે કે વિશ્વવ્યાપી 15,500 કરતાં પણ વધારે જાતિઓ લુપ્ત થવાના ભયનો સામનો (facing the threat of extinction) કરી રહી છે. વર્તમાન વિશ્વમાં, બધી જ પક્ષી જાતિઓના 12 %, બધી જ સસ્તન જાતિઓના 23 %, બધી જ ઉભયજીવી જાતિઓના 32 % અને બધી જ અનાવૃત્ત બીજધારીઓના 31 % જાતિઓ લુપ્ત થવાના ભયનો સામનો કરે છે કે વિનાશના આરે આવીને ઊભી છે.

અશ્મિ અહેવાલોના માધ્યમ દ્વારા પૃથ્વી પરના જીવનના ઇતિહાસના અભ્યાસ પરથી આપણે જાણ્યું છે કે, જાતિઓનું મોટા પાયે થતું નુકસાન જે હાલમાં આપણે જોઈ રહ્યા છીએ તેવું અગાઉ મનુષ્યજાતિના અવતરણ (આગમન) પહેલાં પણ થયું છે. લાંબા સમય દરમિયાન લગભગ 3 બિલિયન વર્ષ પહેલાં જ્યારથી પૃથ્વી પર જીવનનો ઉદ્ભવ તથા વૈવિધ્યીકરણ થયું છે ત્યારથી આજ સુધીમાં પાંચ વખત જાતિઓના સામૂહિક વિલોપન (વિનાશ)નો ઘટનાક્રમ થયો છે. વર્તમાન સમયમાં છઠ્ઠી (6) વારનું વિલોપન કે વિનાશ પ્રગતિ પર છે તે પહેલાંના પાંચ ઘટનાક્રમથી કેવા પ્રકારે અલગ હશે ? તફાવત ફક્ત તેના દરમાં છે. વર્તમાન સમયમાં જાતિઓના વિલોપનનો દર એ માનવ-અસ્તિત્વના સમય પૂર્વે થવાવાળા વિલોપન કરતાં 100થી 1000 ગણો ઝડપી આંકવામાં આવ્યો છે અને આ ઝડપી દર માટે આપણી ક્રિયાવિધિઓ જ જવાબદાર છે. પરિસ્થિતિવિદોને ચિંતાજનક ચેતવણી (warn) છે કે જો જાતિ ઘટાડાનો આ વર્તમાન સિલસિલો સતત ચાલુ રહ્યો, તો આવતાં સો (100) વર્ષોની અંદર જ પૃથ્વી પરની તમામ જાતિઓની લગભગ અડધા ભાગની જાતિઓ વિલુપ્ત થઈ જશે.

સામાન્ય રીતે, કોઈ પ્રદેશમાં જૈવ-વિવિધતાને નુકસાન થવાથી (a) વનસ્પતિ-ઉત્પાદનમાં ઘટાડો થાય છે. (b) દુષ્કાળ (drought) જેવા પર્યાવરણીય ઉપદ્રવો (perturbations) તરફનું નિમ્ન પ્રતિરોધન (c) વનસ્પતિ-ઉત્પાદકતા, પાણીનો ઉપયોગ અને જંતુ તથા રોગચક્રો (pest and disease cycles) જેવી કેટલીક નિવસનતંત્રકીય પ્રક્રિયાઓમાં પરિવર્તનશીલતા વધવા પામવી.

જૈવ-વિવિધતાની નુકસાનીનાં કારણો (Causes of Biodiversity losses) : જાતિ-વિલોપન (વિલુપ્તતા)નો વધતો જતો દર કે જેનો વિશ્વ આજે સામનો કરી રહ્યું છે તે મુખ્યત્વે માનવ-પ્રવૃત્તિઓને કારણે છે. તેનાં મુખ્ય ચાર કારણો છે (ધી એવિલ ક્વાર્ટેટ-The ‘Evil Quartet’ એ ઉપશીર્ષક છે કે જેનો તેમના વર્ણન માટે નીચે પ્રમાણે ઉપયોગ થાય છે.)

- (i) **વસવાટી નુકસાન અને અવખંડન (Habitat Loss and Fragmentation) :** પ્રાણીઓ તથા વનસ્પતિઓના વિલોપન માટેનું આ સૌથી મુખ્ય કારણ છે. ઉષ્ણકટિબંધના વર્ષાવનોમાં થતી વસવાટ નુકસાની (વસવાટ નાબૂદી-habitat loss) એ તેનાં નાટ્યાત્મક ઉદાહરણો (dramatic examples) છે. એક સમયે વર્ષાવનો એ પૃથ્વીની જમીનસપાટીના 14 % કરતાં પણ વધારે વિસ્તારને આવરી લેતા હતા, પરંતુ હાલમાં આ વર્ષાવનો 6 % કરતાં વધારે વિસ્તાર આવરતા નથી. તેઓ ખૂબ જ ઝડપથી નાશ થતાં રહે છે કે જ્યારે તમે આ પ્રકરણ વાંચવાનું પૂરું કરો ત્યાં સુધીમાં (તેટલા સમયમાં) તો વર્ષાવનોના 1000થી વધુ હેક્ટર્સ (hectares) નાશ પામ્યાં હશે. એમેઝોન વર્ષાવન (તે ખૂબ જ વિશાળ છે જેથી તેને પૃથ્વી ગ્રહનું ફેફસું-lungs of the planet) કહેવાય છે તે કદાચ લાખો જાતિઓનો આશ્રય છે તેને સોયાબીન (soya beans)ની ખેતી માટે કાપીને સાફ કરી દેવામાં આવ્યું છે કે ગૌમાંસ આપતા ઢોર (beef cattle)ના ચારા માટે તૃણ કે ઘાસભૂમિ (grass lands)માં ફેરવી દેવામાં આવ્યું છે. સંપૂર્ણ વસવાટ-નાબૂદી ઉપરાંત પ્રદૂષણ (pollution)ના કારણે પણ ઘણા વસવાટો અવનતીકરણ (degradation) થયા છે તથા ઘણી જાતિઓના અસ્તિત્વ માટે ખતરો (જોખમ-threatens) પણ ઊભો થયો છે. જ્યારે વિવિધ માનવ-પ્રવૃત્તિઓને કારણે વિશાળ વસવાટો (નિવાસસ્થાનો)ને નાના-નાના ખંડોમાં વિભાજિત કરી દેવામાં આવે છે ત્યારે જે સસ્તનો અને પક્ષીઓને મોટા પ્રદેશોની જરૂરિયાત છે તે અને પ્રવાસી પ્રકૃતિવાળાં કેટલાંક પ્રાણીઓ તેનાથી ખરાબ રીતે અસર પામે છે જેથી તેઓ વસ્તી ઘટાડા તરફ દોરાય છે.



- (ii) **અતિશોષણ (Over-exploitation) :** મનુષ્યો હંમેશાં ખોરાક અને આશ્રયસ્થાન માટે પ્રકૃતિ (કુદરત-nature) પર આધાર રાખે છે પરંતુ જ્યારે તેમની આવશ્યકતા લાલચ (લોભ-greed)માં બદલાઈ જાય છે ('needs' turns to 'greed') ત્યારે નૈસર્ગિક સ્રોતોનું અતિશોષણ શરૂ થાય છે. મનુષ્યો દ્વારા થતા અતિશોષણને કારણે પાછલાં પાંચસો (500) વર્ષોમાં સ્ટીલર સી કાઉ (Steller's Sea Cow), પેસેન્જર પીજીઅન (passenger pigeon) જેવી ઘણી જાતિઓ લુપ્ત થઈ ગઈ છે. આજે ઘણી દરિયાઈ માછલીઓની વસ્તી વધુપડતા શિકારને કારણે સમગ્ર વિશ્વમાં ઓછી થઈ રહી છે તેથી કેટલીક વ્યાવસાયિક રીતે મહત્વની (commercially important) જાતિઓનું લાંબું અસ્તિત્વ ખતરામાં મુકાયું છે.
- (iii) **વિદેશી જાતિઓનું અતિક્રમણ (Alien species invasions) :** જ્યારે વિદેશી જાતિઓ અજાણતાં કે જાણી જોઈને ઈરાદાપૂર્વક (unintentionally or deliberately) કોઈ પણ આશયથી કોઈ પ્રદેશમાં દાખલ થાય છે ત્યારે તેમનામાંથી કેટલીક જાતિઓ આક્રમક થઈને સ્થાનિક જાતિઓમાં ઘટાડો કે તેમના વિલોપનનું કારણ બની જાય છે. જ્યારે નાઈલ પરશને(Nile perch-એક જાતની મીઠા જળની માછલી)ને પૂર્વ આફ્રિકાના વિક્ટોરિયા સરોવર (Victoria lake)માં દાખલ કરવામાં આવી ત્યારે તેના પરિણામ સ્વરૂપ સરોવરમાં રહેલી પરિસ્થિતિકીય રીતે અજોડ સ્થાનિક સિચલિડ માછલીઓ (cichlid fishes)ની 200થી પણ વધારે જાતિઓના સમૂહ એકસાથે વિલુપ્ત થઈ ગયો. તમે ગાજર ઘાસ (carrot grass-Parthenium), ગંધારી (Lantana) અને જળકુંભિ (water hyacinth-Eichornia) જેવી આક્રમક નીંદણ જાતિઓ દ્વારા થતા પર્યાવરણીય નુકસાન અને આપણી સ્થાનિક જાતિઓ માટે ઉદ્ભવેલા ખતરાથી પરિચિત હોવા જ જોઈએ. તાજેતરમાં જળચર સજીવ ઉછેરના હેતુ (ઉદ્દેશ) માટે ક્લેરિયસ ગેરિપિનસ (Clarian gariepinus) નામની આફ્રિકન કેટફિશ (African catfish)ને ગેરકાયદેસર રીતે આપણી નદીઓમાં લાવવામાં આવી, તો હાલમાં આપણી સ્થાનિક કેટફિશ માછલીઓ માટે જોખમ ઊભું થયું છે.
- (iv) **સહવિલોપન કે સહલુપ્તતા (Co-extinctions) :** જ્યારે એક જાતિ લુપ્ત થઈ જાય છે ત્યારે તેની સાથે સંકળાયેલી વનસ્પતિ અને પ્રાણીજાતિઓ પણ ફરજિયાત રીતે લુપ્ત થઈ જાય છે. જ્યારે યજમાન માછલીની જાતિ (host fish species) લુપ્ત થાય છે ત્યારે તેના પરોપજીવીઓનું વિશિષ્ટ જૂથ (unique assemblage of parasites) પણ એ જ નિયતિ (fate)ને પૂર્ણ કરે છે. વનસ્પતિ-પરાગવાહકની સહોપકારિતા (plant-pollinator mutualism)ના સહવિકાસ (coevolved)નો કિસ્સો એ તેનું બીજું ઉદાહરણ છે કે જ્યાં એક (જાતિ)નું વિલોપન એ નિશ્ચિતપણે બીજી (જાતિ)ના વિલોપન તરફ દોરાય છે.

13.2 જૈવ-વિવિધતાનું સંરક્ષણ (Biodiversity Conservation)

13.2.1 આપણે જૈવ-વિવિધતા સંરક્ષણ શા માટે કરવું જોઈએ ? (Why Should We Conserve Biodiversity ?)

તેનાં ઘણાં કારણો છે, કેટલાંક સ્પષ્ટ અને બીજાં કેટલાંક અસ્પષ્ટ છે, પરંતુ બધાં સમાન રીતે મહત્વપૂર્ણ છે. તેમને ત્રણ વર્ગોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે; સંક્ષિપ્ત રીતે ઉપયોગિતાવાદી (narrowly utilitarian), વ્યાપક રીતે ઉપયોગિતાવાદી (broadly utilitarian) અને નૈતિક (ethical).

જૈવ-વિવિધતાના સંરક્ષણ માટે સંક્ષિપ્ત રીતે ઉપયોગી દલીલો સ્પષ્ટ છે; જેમકે મનુષ્યો પ્રકૃતિમાંથી અગણિત સીધા આર્થિક લાભો મેળવે છે - ખોરાક (ધાન્ય-cereals, કઠોળ-pulses, ફળ-fruits), બળતણ (firewood), રેસા (fibers), બાંધકામ-સામગ્રી (construction materials), ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનો (ટેનિસ-tannins, ઊંજણ-lubricants, રંગકો-dyes, રાળ-resins, અત્તર-perfumes) તથા ઔષધકીય મહત્વનાં ઉત્પાદનો. વર્તમાન વૈશ્વિક બજારમાં વેચાતી 25 % કરતાં વધારે દવાઓ વનસ્પતિઓમાંથી મેળવવામાં આવે છે અને સમગ્ર વિશ્વના મૂળ સ્થાનિક લોકો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી લગભગ 25,000 જેટલી વનસ્પતિઓની જાતિઓ પરંપરાગત દવાઓ (ઔષધો)માં ફાળો આપે છે. એ કોઈ જાણતું નથી કે ઘણી બધી ઔષધીય રીતે ઉપયોગી વનસ્પતિઓની ઉષ્ણકટિબંધિય વર્ષાવનોમાં શોધ બાકી છે. જો સ્રોતો (સંસાધનો-



resources)ના વધારા સાથે ‘જૈવ-શોધખોળ-bioprospecting’ (આર્થિક રીતે મહત્વનાં ઉત્પાદનો માટે આણ્વિક, જનીનિક અને જાતીય સ્તરે વિવિધતાની શોધ) કરવામાં આવે તો સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતા ધરાવતાં રાષ્ટ્રો તેના વધુ લાભો (ફાયદા) લેવાની અપેક્ષા રાખી શકે છે.

વ્યાપક ઉપયોગિતાવાદી દલીલો કહે છે કે, પ્રકૃતિ દ્વારા પ્રદાન કરવામાં આવતી ઘણી નિવસનતંત્રકીય સેવાઓમાં જૈવ-વિવિધતા મહત્વનો ભાગ ભજવે છે. ખૂબ જ ઝડપથી નાશ પામતા કે ઘટતા જતાં એમેઝોન જંગલો પ્રકાશસંશ્લેષણ (photosynthesis) દ્વારા પૃથ્વીના વાતાવરણમાં કુલ ઓક્સિજનના લગભગ 20 % જેટલો ઓક્સિજન ઉત્પન્ન કરતા હોવાનો અંદાજ છે. શું આપણે પ્રકૃતિ દ્વારા પ્રદાન કરવામાં આવતી આ સેવાનું આર્થિક મૂલ્ય આંકી શકીએ છીએ ? તમારી નજીકની હોસ્પિટલમાં એક ઓક્સિજન સિલિન્ડર પર કેટલો ખર્ચ થાય છે તેનાથી તમે તેનું કેટલુંક અનુમાન લગાવી શકો છો. પરાગનયન (જેના વગર વનસ્પતિઓ આપણને ફળ તથા બીજ આપી શકતી નથી) નિવસનતંત્રની બીજી સેવા છે જે પરાગવાહકો જેવા કે મધમાખી (bees), ભમરા (bumblebees), પક્ષીઓ (birds) તથા ચામાચીડિયા (bats) દ્વારા નિવસનતંત્રો આપણને પ્રદાન કરે છે. પ્રાકૃતિક પરાગવાહકોની મદદ વગર પરાગનયન પૂર્ણ કરવાનો ખર્ચો શું હશે ? બીજા અપ્રત્યક્ષ (અમૂર્ત-intangible) લાભો પણ છે જે આપણે પ્રકૃતિમાંથી મેળવીએ છીએ. જેમકે ગાઢ જંગલમાંથી પસાર થવાનો (walking through thick wood), વનભ્રમણ દરમિયાન વસંતઋતુમાં સંપૂર્ણ ખીલેલાં પુષ્પો નિહાળવાનો (watching spring flowers in full bloom) કે સવારમાં બુલબુલનાં ગીત સાંભળતાં-સાંભળતાં જાગવાનો સૌંદર્યલક્ષી આનંદ (waiving up to bulbul's song in the morning). શું આપણે આવી વસ્તુઓ પર કોઈ ભાવસૂચક (price tag-કિંમત દર્શાવતી કાપડી) કિંમત મૂકી શકીએ ?

જૈવ-વિવિધતાના સંરક્ષણ માટે નૈતિક દલીલોનો સંબંધ આ પૃથ્વીગ્રહ પર રહેલી એવી વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ તથા સૂક્ષ્મજીવોની લાખો જાતિઓ સાથે છે જેના આપણે ઋણી છીએ કે જેમની સાથે આપણે રહીએ છીએ. દાર્શનિક કે અધ્યાત્મિક રીતે (philosophically or spiritually) આપણે એ સમજવાની જરૂર છે કે દરેક જાતિઓ તેનું આંતરિક (intrinsic) મૂલ્ય ધરાવે છે, ભલે પછી આપણા માટે તેનું વર્તમાનમાં કોઈ પણ આર્થિક મૂલ્ય ન હોય. ભવિષ્યની આવનારી પેઢીઓને સારી રીતે સુનિશ્ચિત કરવા તેમજ તેમની સુખાકારી માટે આપણા જૈવિક વારસા (ધરોહર-legacy)નું જતન કરવાની આપણી નૈતિક ફરજ બને છે.

13.2.2 આપણે જૈવ-વિવિધતાનું સંરક્ષણ કેવી રીતે કરવું જોઈએ ? (How do we conserve Biodiversity ?)

જ્યારે આપણે સમગ્ર નિવસનતંત્રને સંરક્ષિત અને સુરક્ષિત (conserve and protect) કરીએ છીએ ત્યારે તે જૈવ-વિવિધતાના બધા જ સ્તરો પણ સુરક્ષિત થઈ જાય છે. આપણે વાઘને બચાવવા માટે સમગ્ર જંગલને બચાવવું પડે છે. આ અભિગમને સ્વસ્થાન-in situ (એ જ જગ્યાએ-on site) સંરક્ષણ કહે છે. જોકે, જ્યારે એવી કોઈ પરિસ્થિતિઓ હોય કે જ્યાં પ્રાણી અથવા વનસ્પતિનું અસ્તિત્વ જોખમ કે સંકટ (endangered or threatened)માં મુકાયું હોય (સજીવો જંગલમાં કે જ્યાં છે ત્યાં નજીકના ભવિષ્યમાં લુપ્ત થવાના અત્યંત વધુ જોખમનો સામનો કરતાં હોય) અને તેને વિલોપનના સંકટમાંથી બચાવવા ત્વરિત પગલાં લેવાની આવશ્યકતા હોય, ત્યારે બાહ્ય સ્થાન-ex situ (અન્ય જગ્યાએ-off site) સંરક્ષણ એ ઇચ્છનિય અભિગમ (desirable approach) છે.

સ્વસ્થાન સંરક્ષણ (In situ conservation) : વિકાસ તથા સંરક્ષણની વચ્ચેના સંઘર્ષ (conflict)નો સામનો કરવા છતાં પણ ઘણાં રાષ્ટ્રોને અવાસ્તવિક (unrealistic) લાગે છે અને તેમની તમામ જૈવિક સંપદાનું સંરક્ષણ કરવાનું આર્થિક રીતે વ્યાવહારિક પણ લાગતું નથી. નિશ્ચિતપણે, જેટલા સંરક્ષણના સ્ત્રોતો (સંસાધનો) ઉપલબ્ધ છે તેનાથી વિલોપનમાંથી બચવાની રાહ જોતી જાતિઓની સંખ્યાને બચાવવી દૂરની વાત છે. વૈશ્વિક આધાર પર, આ સમસ્યા શ્રેષ્ઠ સંરક્ષણવાદીઓ (eminent conservationists) દ્વારા સંબોધવામાં આવેલ છે. તેઓએ મહત્તમ સુરક્ષા માટે ખૂબ જ ઉચ્ચ સ્તરોની જાતિસમૃદ્ધિ ધરાવતા અને ઉચ્ચપ્રમાણની સ્થાનિકતા-endemism (એટલે કે જાતિઓ જે-તે પ્રદેશ પૂરતી મર્યાદિત હોય અને અન્યત્ર બીજે ક્યાંય જોવા મળતી ન હોય) ધરાવતા કેટલાક જૈવ-વિવિધતાના ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો (હોટસ્પોટ્સ-hotspots) ઓળખ્યા છે. શરૂઆતમાં પચીસ (25) જૈવ-વિવિધતાના



હોટસ્પોટ્સની ઓળખ કરવામાં આવી હતી પરંતુ ત્યાર બાદ આ યાદીમાં 9 હોટસ્પોટ વધારે ઉમેરવામાં આવ્યા હતા. આમ, વિશ્વભરમાં જૈવ-વિવિધતાના હોટસ્પોટની કુલ સંખ્યા 34 સુધી લઈ જવાઈ છે. આ હોટસ્પોટ્સ એ ત્વરિત રીતે ક્ષતિ પામતા આવાસીય ક્ષેત્રો પણ છે. આમાંથી 3 હોટસ્પોટ્સ-પશ્ચિમ ઘાટ અને શ્રીલંકા (Western Ghats and Sri Lanka), ઈન્ડો-બર્મા (Indo-Burma) તથા હિમાલય (Himalaya) છે જે અપવાદરૂપે આપણા દેશની ઉચ્ચ જૈવ-વિવિધતાના ક્ષેત્રોને આવરી લે છે. તેમ છતાં બધા જ જૈવ-વિવિધતાવાળા હોટસ્પોટ્સને એકસાથે ભેગા કરીએ તોપણ તે પૃથ્વીના જમીનવિસ્તારના 2 % કરતાં ઓછા થાય છે, પરંતુ આ ક્ષેત્રોમાં સામૂહિક રીતે આવાસિત જાતિઓની સંખ્યા અત્યંત વધારે છે તથા આ હોટસ્પોટ્સની કડક સુરક્ષા દ્વારા ચાલુ રહેલા સમૂહ વિલોપનના દરને લગભગ 30 % સુધી ઘટાડી શકાય છે.

ભારતમાં, પરિસ્થિતિકીય રીતે અદ્વિતીય અને જૈવ-વિવિધતા-સમૃદ્ધ પ્રદેશોને જૈવાવરણ આરક્ષિત વિસ્તારો (biosphere reserve areas), રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો (national parks) અને અભયારણ્યો (sanctuaries) તરીકે કાયદાકીય (legally) સુરક્ષા આપવામાં આવી છે. અત્યારે ભારતમાં 14-જૈવાવરણ આરક્ષિત વિસ્તારો, 90-રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો અને 448-વન્યજીવ અભયારણ્યો છે. ભારતમાં ધાર્મિક અને સાંસ્કૃતિક પરંપરાઓ (religious and cultural traditions)નો ઇતિહાસ પણ છે જે પ્રકૃતિની સુરક્ષા પર ભાર મૂકે છે. ઘણી સંસ્કૃતિઓમાં, જંગલો માટે અલગ હિસ્સો છોડી દેવામાં આવતો હતો અને તેમાં રહેલાં બધાં જ વૃક્ષો તથા વન્યજીવનની પૂજા કરવામાં આવતી અને સમગ્ર રીતે રક્ષણ આપવામાં આવતું. આ પ્રકારનાં પવિત્ર ઉપવનો (sacred grooves-ધાર્મિક માન્યતાને આધારે વનસ્પતિ-પ્રાણી સુરક્ષિત વિસ્તારો) મેઘાલયની ખાસી અને જયંતિયા ટેકરીઓ (Khasi and Jaintia Hills in Meghalaya), રાજસ્થાનની અરવલ્લી ટેકરીઓ (Aravalli Hills of Rajasthan), કર્ણાટક અને મહારાષ્ટ્રના પશ્ચિમ ઘાટના વિસ્તારો (Western Ghat regions of Karnataka and Maharashtra) તથા મધ્યપ્રદેશના સરગુજા, ચંદા અને બસ્તર વિસ્તારો (Sarguja, Chanda and Bastar area of Madhya Pradesh)માં જોવા મળે છે. મેઘાલયના પવિત્ર ઉપવનો (sacred groves) એ મોટીસંખ્યામાં દુર્લભ (rare) અને નાશપ્રાય: સંભાવના યુક્ત (threatened) વનસ્પતિઓ માટેનાં અંતિમ આશ્રયસ્થાનો (refuges) છે.

નવસ્થાન સંરક્ષણ (Ex-situ Conservation) : આ અભિગમમાં, સંકટમાં રહેલ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓને તેમના કુદરતી નિવાસસ્થાનમાંથી બહાર કાઢી લેવામાં આવે છે અને એક વિશેષ જગ્યામાં લઈ જઈ સમૂહમાં રાખવામાં આવે છે કે જ્યાં તેમની સારી સુરક્ષા કરી શકાય અને ખાસ કાળજી આપી શકાય. પ્રાણીઉદ્યાનો (zoological parks), વનસ્પતિઉદ્યાનો (botanical gardens) અને વન્યજીવ સફારીઉદ્યાનો (wildlife safari parks) આ હેતુ માટે સેવાઓ આપે છે. એવાં ઘણાં પ્રાણીઓ જે જંગલોમાં વિલુપ્ત થઈ ગયાં છે પરંતુ પ્રાણીઉદ્યાનોમાં જાળવી રાખવાનું ચાલુ છે. તાજેતરનાં વર્ષોમાં સંકટમાં રહેલી ઘણી જાતિઓને તેમના ભયજનક દાયરામાં રાખ્યા સિવાય (સંકટમાં મુકાય તે પહેલાં) અગાઉથી જ બાહ્યસ્થાન સંરક્ષણ (ex-situ conservation) આપી દેવામાં આવે છે. હાલમાં સંકટમાં રહેલી જાતિઓના જન્યુઓની કાયોપ્રિઝર્વેશન-cryopreservation તકનીકીઓ (-196° સે તાપમાને અનિશ્ચિત સમય માટે સંગ્રહ કરવાની પદ્ધતિ)ના ઉપયોગથી જીવિત (viable) અને જનનક્ષમ અથવા ફળદ્રુપ (fertile) સ્થિતિમાં લાંબા સમયગાળા માટે સાચવણી કરી શકાય છે. ઈંડાને કૃત્રિમ રીતે (in vitro) ફલિત કરી શકાય છે અને વનસ્પતિઓને પેશી-સંવર્ધન (tissue culture) પદ્ધતિઓના ઉપયોગથી પ્રસર્જિત (propagated) કરી શકાય છે. વ્યાપારિક ધોરણે મહત્વની વનસ્પતિઓના વિભિન્ન જનીનિક (genetic) જાતોના બીજને બીજબેન્કો (seed banks)માં લાંબા સમયગાળા માટે રાખી શકાય છે.

જૈવ-વિવિધતા માટે કોઈ રાજકીય સીમાઓ નથી અને તેથી તેનું સંરક્ષણ બધાં રાષ્ટ્રોની સામૂહિક જવાબદારી છે. જૈવિક વિવિધતા પરનું ઐતિહાસિક સંમેલન-The Historic Convention on Biological Diversity (પૃથ્વી પરિષદ-‘The Earth Summit’) વર્ષ 1992માં રિયો ડી જાનેરો Rio de Janeiro ખાતે યોજવામાં આવેલ હતું. જેમાં તમામ રાષ્ટ્રોને સંબોધીને કહેવામાં આવ્યું હતું કે, જૈવ-વિવિધતાના સંરક્ષણ માટે યોગ્ય પગલાં લેવા તેમજ તેના લાભોનો એ રીતે ઉપયોગ કરવામાં આવે કે જેથી તે લાંબા સમય સુધી મળતા



રહે. તેને અનુસરીને વર્ષ 2002માં દક્ષિણ આફ્રિકાના જોહાનિસબર્ગ (Johannesburg)માં ટકાઉ વિકાસ પર વિશ્વ પરિષદ (World Summit) યોજવામાં આવી, જેમાં વિશ્વના 190 દેશો પ્રતિજ્ઞા લઈ વચનબદ્ધ (commitment) થયા કે તેઓ 2010 સુધીમાં વૈશ્વિક, પ્રાદેશિક તેમજ સ્થાનિક સ્તરે ઘટતા જતા જૈવ-વિવિધતાના વર્તમાન દરમાં નોંધપાત્ર ઘટાડો કરશે.

સારાંશ

લગભગ 3.8 બિલિયન વર્ષો પહેલાં પૃથ્વી પર જીવનની ઉત્પત્તિના સમયથી પૃથ્વી પર જૈવસ્વરૂપોનું પ્રચંડ વૈવિધ્યીકરણ (enormous diversification) થયું છે. જૈવ-વિવિધતા એ જૈવિક સંગઠનના બધા જ સ્તરોએ હાજર રહેલી કુલ વિવિધતા દર્શાવે છે. તેની વિશિષ્ટ મહત્વતા એ છે કે, આનુવંશિક (જનીનિક-genetic), જાતીય (species) તથા નિવસનતંત્રકીય (ecosystem) સ્તરોએ વિવિધતા અને સંરક્ષણના પ્રયત્નો આ તમામ સ્તરોએ વિવિધતાનું રક્ષણ કરવાના ઉદ્દેશથી કરવામાં આવ્યા છે.

વિશ્વભરમાં 1.5 મિલિયન (15 લાખ)થી વધારે જાતિઓની નોંધણી કરવામાં આવી છે, પરંતુ હજુ પણ પૃથ્વી પર લગભગ 6 મિલિયન (60 લાખ) જાતિઓ શોધ તથા નામકરણની રાહ જોઈ રહી છે. નામકરણ કરવામાં આવેલ જાતિઓ પૈકી 70 %થી વધારે પ્રાણીઓ છે અને તેમાંથી પણ લગભગ 70 % તો કીટકો (insects) છે. તેમાં ફૂગનું જૂથ એ સંયુક્ત રીતે બધી જ સંયુક્ત પૃષ્ઠવંશી (vertebrate) જાતિઓ કરતાં પણ વધારે જાતિઓ ધરાવે છે. ભારત લગભગ 45,000 વનસ્પતિઓની જાતિઓ તથા તેનાથી બેગણી પ્રાણીઓની જાતિઓ સાથે વિશ્વના 12 મહાવિવિધતા (mega-diversity) ધરાવતા દેશો પૈકી એક છે.

પૃથ્વી પર જાતીય વિવિધતા એકસમાન રીતે વિતરિત નથી પરંતુ તે એક રસપ્રદ ભાતો (interesting patterns) દર્શાવે છે. તે સામાન્યતઃ ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રમાં સૌથી વધારે તથા ધ્રુવો તરફ ઘટતી જાય છે. ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રમાં જાતીય સમૃદ્ધિની મહત્વપૂર્ણ સ્પષ્ટતાઓ (explanations) આ પ્રકારે છે : ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રોને ઉદ્વિકાસકીય સમય (evolutionary time) વધારે મળ્યો; તેમને પર્યાવરણસંબંધી સ્થિરતા પ્રદાન થઈ તથા આ ક્ષેત્રએ વધારે સૂર્યઊર્જા મેળવી કે જે વધુ ઉત્પાદકતા (productivity) માટે સહભાગી બની. જાતીય સમૃદ્ધિ એ કોઈ પ્રદેશના ક્ષેત્રનું કાર્ય પણ છે; જાતિક્ષેત્ર સંબંધ એ સામાન્યતઃ એક લંબચોરસ અતિ વલયિક (rectangular hyperbola) કાર્ય છે.

એવું માનવામાં આવે છે કે, ઉચ્ચ વિવિધતા ધરાવતા સમુદાયો ઓછા પરિવર્તનશીલ, વધુ ઉત્પાદક તથા જૈવિક આક્રમણો (biological invasions) સામે વધારે પ્રતિરોધક હોય છે. પૃથ્વીના અશ્મિભૂત ઇતિહાસ (fossil history)માં ભૂતકાળમાં સામૂહિક વિનાશની ઘટનાઓ થવા પામી છે પરંતુ વર્તમાન વિલોપનનો દર મોટે ભાગે માનવ ક્રિયાવિધિઓ (human activities)ને આભારી છે જે પ્રાચીન દર કરતાં 100થી 1000 ગણો વધારે છે. વર્તમાન સમય (તાજેતર)માં લગભગ 700 જાતિઓ વિલુપ્ત થઈ ગઈ છે અને 15,500થી વધારે જાતિઓ (જેમાંથી 650થી વધારે ભારતમાંથી છે) વર્તમાન સમયમાં વિલોપનના સંકટનો સામનો કરી રહી છે. હાલમાં વધારે વિલોપનનાં કારણોમાં-વસવાટ ક્ષતિ-habitat loss (ખાસ કરીને જંગલો) અને અવખંડન (fragmentation), અતિશોષણ (over-exploitation), જૈવિક અતિક્રમણ (biological invasions) તથા સહવિલોપન (co-extinction) સામેલ છે.

પૃથ્વીની સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતા માનવજાતની વધુ ચિરંજીવિતા (survival) માટે પ્રાણ સમાન છે. જૈવ-વિવિધતાને સંરક્ષિત કરવાનાં મુખ્ય કારણો સંકિર્ણ ઉપયોગિતાવાદી (narrowly utilitarian), વ્યાપક ઉપયોગિતાવાદી (broadly utilitarian) તથા નૈતિક (ethical) છે. નિવસનતંત્રથી આપણને પ્રત્યક્ષ લાભો (ખોરાક-food, રેસા-fiber, બળતણ-firewood તથા



ઔષધકીય-pharmaceutical વગેરે) ઉપરાંત તેના દ્વારા પરાગનયન-pollination, જંતુ-નિયંત્રણ-pest control, આબોહવા સંયમન-climate moderation તથા પૂર-નિયંત્રણ-flood control વગેરે જેવા ઘણા પરોક્ષ લાભો પણ મળે છે. પૃથ્વીની જૈવ-વિવિધતાની સારી રીતે સંભાળ લેવાની તથા તેને આપણી આગામી પેઢીને સારી રીતે પ્રદાન કરવાની આપણી નૈતિક જવાબદારી (moral responsibility) પણ છે.

જૈવ-વિવિધતા સંરક્ષણ સ્વસ્થાને તેમજ બાહ્યસ્થાને (ex situ) હોઈ શકે છે. સ્વસ્થાન (in situ) સંરક્ષણમાં સંકટમાં રહેલી નાશપ્રાય (endangered) જાતિઓને તેમના કુદરતી આવાસમાં જ સુરક્ષિત રાખવામાં આવે છે જેથી સમગ્ર નિવસનતંત્રને સુરક્ષિત રાખી શકાય છે. તાજેતરમાં વિશ્વના 34 જૈવ-વિવિધતા ધરાવતા હોટસ્પોટ (ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો-hotspot)ના સઘન સંરક્ષણ માટેના પ્રયત્નો સૂચવવામાં આવ્યા છે. આ પૈકી ત્રણ (પશ્ચિમ ઘાટ-શ્રીલંકા, હિમાલય અને ઈન્ડો-બર્મા) ભારતના સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતાવાળા પ્રદેશોને આવરી લે છે. આપણા દેશમાં સ્વસ્થાન સંરક્ષણના પ્રયાસો તેના 14 આરક્ષિત જૈવાવરણ વિસ્તારો (biosphere reserve areas), 90 રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો (national parks), 450થી વધારે વન્યજીવ અભયારણ્યો (wildlife sanctuaries) તથા ઘણાં ખૂબ જ પવિત્ર ઉપવનો (sacred groves)માં પ્રતિબિંબિત થાય છે. બાહ્યસ્થાન સંરક્ષણ અંતર્ગત સંકટમાં રહેલી જાતિઓની રક્ષણાત્મક જાળવણીમાં પ્રાણીઉદ્યાનો (zoological parks) તથા વનસ્પતિ ઉદ્યાનો (botanical gardens), કૃત્રિમ રીતે ફલન (in vitro fertilization), પેશીસંવર્ધન પ્રસર્જન (tissue propagation) તથા જન્યુઓના કાયોપ્રિઝર્વેશન (cryopreservation of gametes) જેવી પદ્ધતિઓ સમાવેશિત છે.



સ્વાધ્યાય

1. જૈવ-વિવિધતાનાં ત્રણ મહત્વનાં ઘટકોનાં નામ જણાવો.
2. પરિસ્થિતિવિદો કેવી રીતે વિશ્વમાં રહેલી જાતિઓની કુલ સંખ્યાનો અંદાજ લગાવે છે ?
3. શા માટે ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રો સૌથી વધારે સ્તરોની જાતિસમૃદ્ધિ દર્શાવે છે તે માટેની ત્રણ પરિકલ્પનાઓ આપો.
4. જાતિ-ક્ષેત્ર સંબંધમાં સમાશ્રયણના ઢોળાવની શું મહત્વતા છે ?
5. કોઈ એક જૈવભૌગોલિક ક્ષેત્રમાં જાતિક્ષતિનાં મુખ્ય કારણો શું છે ?
6. નિવસનતંત્ર ક્રિયાવિધિ માટે જૈવ-વિવિધતા કેવી રીતે મહત્વની છે ?
7. પવિત્ર ઉપવનો શું છે ? તેમની સંરક્ષણમાં શું ભૂમિકા છે ?
8. નિવસનતંત્રીય સેવાઓ અંતર્ગત પૂર અને જમીન-ધોવાણ કે ઘસારાનું નિયંત્રણ છે. આ સેવાઓ નિવસનતંત્રનાં જૈવિક ઘટકો દ્વારા કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે ?
9. વનસ્પતિઓની જાતિ-વિવિધતા (22 %) એ પ્રાણીઓની (72 %) જાતિ-વિવિધતા કરતાં ખૂબ જ ઓછી છે; પ્રાણીઓને સૌથી વધારે વૈવિધ્યીકરણ પ્રાપ્ત થવાની સ્પષ્ટતા શું હોઈ શકે છે ?
10. તમે એવી સ્થિતિ વિશે વિચારી શકો છો કે, જ્યાં આપણે જાણી જોઈને કોઈ જાતિને વિલુપ્ત કરવાનું ઇચ્છીએ છીએ ? તમે તેને કેવી રીતે ઉચિત સમજશો ?

નોંધ
